Aus der Universitäts-Frauenklinik München
(Direktor: Professor Dr. Eymer).

Die Methoden der röntgenologischen Beckenmessung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der
Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt
und der Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Theodor Heumann
appr. Arzt aus Nürnberg.

Verlag Carl Nieft, Bleicherode am Harz
1939

Dekan: Professor Dr. Dabelow

Referent: Professor Dr. Eymer.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Diese Dissertation ist gleichzeitig als Broschüre
im Verlag Carl Nieft, Bleicherode a. H., erschienen.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet!

Die Untersuchung des knöchernen Beckens, teils durch äußere, teils durch innere Messung, teils durch Austastung des Beckenraumes ist für die Geburtsprognose von größter Bedeutung. Wir besitzen bisher keine in die Praxis eingeführte Methode, mit der wir außer der Conjugata vera die Durchmesser des kleinen Beckens direkt messen können. Mittels der äußeren Beckenmessung (Tasterzirkel) vermögen wir den allgemeinen Charakter des Beckens festzustellen. Verminderung der Distantia spinarum unter die Norm läßt, wenn sie erheblich ist, mit einiger Sicherheit annehmen, daß der quere Durchmesser des Beckeneinganges kürzer als normal ist. Ist das Maß der Distantia trochanterum bedeutend herabgesetzt, so ist mit Wahrscheinlichkeit auch die Beckenhöhle im Durchmesser verengt. Fällt das Maß der conjugata externa auf 18 und darunter, so besteht der Verdacht, daß die conjugata vera verengt ist. Jedoch klärt keines der Maße auf über den Grad der Verengung.

Sinkt die Differenz zwischen distantia spinarum und distantia cristarum erheblich oder wird sie Null oder ins Gegenteil verkehrt, so liegt wahrscheinlich ein rachitisches Becken vor. Mittels der inneren Beckenmessung, d. h. durch Ermittlung eines oder mehrerer Maße der Beckenhöhle können wir einen Schluß auf Form und Weite des kleinen Beckens ziehen. In erster Linie dient sie der Ermittlung der Conjugata diagonalis. Die innere Beckenmessung ist bei der Erstgebärenden schwieriger als bei Mehrgebärenden. Unter der Geburt ist sie dann unmöglich, wenn der Kopf bereits tiefer im Becken steht. Zur Ermittlung der vera muß man je nach den Umständen 1,5—2,0 cm abziehen und die richtige Berechnung der vera aus der diagonalis erfordert größere Übung. Vereinfacht wurde die Methode durch Anwendung des von Gauß modifizierten Bylicki'schen Konjugatenmessers. Bei sämtlichen inneren Beckenmessungen sowie bei der Austastung „zur Ermittlung der Querspannung" besteht jedoch stets die Gefahr der Infektion des Geburtsweges. Diese Methoden, sowie die Abtastung des Schambogens geben bei einiger Übung eine so gute räumliche Vorstellung von der Beckenform, daß sich die Geburtsprognose mit größter Sicherheit stellen läßt, soweit es am knöchernen Geburtsweg gelegen ist. Natürlich spielt auch noch eine Reihe von anderen Faktoren mit, die sich aber in der Schwangerschaft niemals genau bewerten lassen, wie Stärke der Wehen, Größe und Konfigurabilität des Kopfes (Jaschke) (38).

Eine wesentliche Bereicherung für die genauere Beckendiagnostik, insbesondere auch in pathologischen Fällen, brachte die in den letzten

Jahren zu praktischer Brauchbarkeit entwickelte röntgenologische Beckenmessung mit ihren verschiedenen Methoden.

Die Ergebnisse der ersten Röntgenaufnahmen waren für die Geburtshilfe noch sehr geringe. Die ersten Beckenaufnahmen wurden 1896 von Varnier (64), Chappuis (8), Funke-Brentano (25) gemacht. Man benötigte eine Bestrahlungszeit von 3 Stunden. Für Aufnahmen am Lebenden war das Verfahren also nicht geeignet. In den nächsten Jahren schloß sich eine Reihe veralteter Verfahren an.

1897 machten Pinard und Varnier (49) Aufnahmen an der lebenden Frau. Diese Autoren nahmen als erste röntgenologische Beckenmessungen vor durch Vergleich mit Aufnahmen von Beckenskeletten bekannten Maßes. Einige Maße wie Dist. spin. post. sup., die Breite des os sacrum, die Entfernung von der Mitte des Promontoriums bis zur articulatio sacro-iliaca bestimmten sie angeblich auf 2—3 mm genau, ebenso den queren Durchmesser des Beckeneingangs, direkt durch Abzug von 2 cm vom Maß der Platte. Pinard und Varnier wandten Rückenlage an, bei einer Expositionszeit von 2 Minuten. Die Platte liegt unter dem Gesäß. Gute Aufnahmen erzielten sie nur bei Nichtschwangeren und in der 1. Hälfte der Schwangerschaft.

Eine andere Methode, die sogenannte „Rahmenmethode" wurde von Fabre und Fochier (24) 1899 eingeführt. Sie stellten einen Metallrahmen, der mit Zacken von je 1 cm Entfernung versehen war, parallel dem Beckeneingang und in gleicher Höhe mit ihm ein und photographierten ihn dann mit. So fanden sie die Länge der Beckenmaße der in Rückenlage aufgenommenen Frau durch Vergleich mit der Zahl der ihnen auf der Aufnahme entsprechenden Metallzähne. Der Rahmen lag vorn auf dem oberen Symphysenrand, hinten im Zwischenraum zwischen letztem Lendenwirbel und den proc. spinos. post. sup. Durch diese Methode wurde die durch die Projektion hervorgerufene Verzeichnung der Beckenmaße gleichsinnig auf den mitphotographierten Maßnahmen übertragen.

Später erfolgten Modifikationen dieses Verfahrens, so durch Destot (13), der die Rahmenleisten verschieblich anbringt (1900), Marie-Cluzet (43) (1900), der statt des Metallrahmens einen mit Nägeln im Abstand von 1 cm versehenen Holzrahmen benützt.

Bouchacourt (7) gibt 1900 eine Methode an, die eine Verbesserung der von Fochier darstellen soll: Er legt um die Eingangsebene keinen viereckigen, sondern einen elliptischen Rahmen, muß aber die einzelnen Maße dann auf komplizierte Art errechnen.

Ebenfalls auf dem Fochiers'schen Verfahren beruhen die Methoden von Donnepeau, Morin, Kendrick, Bell, Harret u. a. Nach Wahl wird das Verfahren noch heute in Frankreich viel angewandt. (Portes und Blanche, de Brancas).

Der Nachteil dieser sogenannten „pelvimetrie radiographique" von Fabre, Fochier und ihrer Modifikationen ist der, daß es nicht gelingt, den Rahmen in die Beckeneingangsebene zu bringen. Dadurch ergeben sich Ungenauigkeiten. Außerdem hat die Methode

noch einen Fehler, den sie mit allen Aufnahmen in Rückenlage teilt: der für die Messung wichtige Punkt des Promontoriums läßt sich auf der Platte nur schlecht bestimmen. Der Ausweg, das Promontorium sichtbar zu machen, indem man es mit dem mit einem Metallfingerhut bedeckten Zeigefinger touchiert, macht den enormen Vorteil hinfällig, nicht vaginal eingehen zu müssen (Weber (67). Bouchacourt sucht diesem Übelstand beizukommen dadurch, daß er den geraden Durchmesser ableiten will aus dem auf der Platte gemessenen Maßen des queren und schrägen Durchmessers und der Beckenform. Das führte zur Ungenauigkeit. Bei uns haben sich diese veralteten Methoden sämtlich nicht auf die Dauer durchzusetzen vermögen.

Man ging daran, der Verzeichnung der röntgenologischen Beckenmeßaufnahmen durch die zentrale Projektion sowie durch die Winkelstellung der aufzunehmenden Ebene gegenüber der Plattenebene auf andere Weise zu begegnen. Und zwar stellt die Arbeit Alberts (1) aus der Dresdener Frauenklinik 1896 eine grundlegende Neuerung dar, die in ihrem Prinzip der Ausgangspunkt auch für einen Teil der heute gebräuchlichsten röntg. Beckenmeßmethoden bildet. Um ein möglichst objektähnliches Bild des Beckeneingangs zu erhalten, stellte er die Beckeneingangsebene parallel der Ebene der Platte Diese Parallelstellung erreichte er praktisch annähernd dadurch, daß er die Frau so lagerte, daß der proc. spinos. des letzten Lendenwirbels und der obere Rand der Symphyse von der Platte gleichen Abstand haben. Das ist der Fall bei einer halbsitzenden Lagerung der Frau. Die ungleichmäßige Verzeichnung des Beckeneingangs auf der Platte, die sich aus der Winkelstellung der beiden Ebenen zueinander ergab, ist dadurch beseitigt. Es bleibt nur noch die Verzeichnung durch die zentrale Projektion, die sich aus dem divergenten Verlauf der Röntgenstrahlen ergibt. Diese Verzerrung des Beckeneingangsbildes ist am wenigsten störend, wenn die Röhre senkrecht über die Mitte des Beckenlumens zentriert ist, da dann sämtliche Punkte dieser Beckeneingangslinie annähernd gleichmäßig betroffen werden. Aus dem Fokusplattenabstand, dem Abstand der Platte vom oberen Symphysenrand und den Maßen auf der Platte selbst berechnete Albert die wahre Länge der Beckendurchmesser nach dem Proportionssatz. Allerdings hat schon Albert damals erkannt, daß die plattenparallele Einstellung der Beckeneingangsebene praktisch sehr schwer durchführbar ist.

Auf das Verfahren Alberts baut das 1900 von Wormser (68) angegebene auf. Er sucht ebenfalls den Beckeneingang plattenparallel einzustellen, erreicht das aber auf andere Weise. Die Berechnung der wahren Maße nimmt er dann wie Albert nach dem Proportionssatz vor. Bei der Parallelstellung nach Albert sinken die Eingeweide, besonders der gravide uterus, auf die Symphyse bezw. den Beckeneingang, die vergrößerte Weichteilschicht macht das Bild unscharf in seinen Umrissen. Um dieser Unannehmlichkeit abzuhelfen, legte Wormser bei der Aufnahme die Frau auf den Rücken. Durch diese Lagerung sinken die Eingeweide nach hinten und der Beckeneingang

wird frei von der die Aufnahmen trübenden Weichteilschicht. Die Platte wird nun schräg unter dem Gesäß bei hochgelagerten Beinen angebracht und so auf andere Weise eine Plattenparallelstellung des Beckeneinganges erreicht. Genaue Kontrolle dieser Einstellung erfolgt durch einen besonders konstruierten Apparat, ähnlich einem Beckenzirkel. Je eine Branche kommt auf den oberen Symphysenrand, bezw. Donfortsatz des letzten Lendenwirbels. Die Röhre wird auch hier senkrecht über die Mitte des Beckeneinganges zentriert. Im Gegensatz zur Albert-Methode ist das Verfahren viel zu umständlich (Weber) und das an und für sich schon undeutlich photographierte Promontorium wird durch die nach hinten gesunkenen Weichteile noch unschärfer. Ebenfalls zu umständlich ist das Verfahren von Ridell (53) (1907), der die Parallelstellung der Beckeneingangsebene zur Platte zu erreichen suchte (bei möglichster Verdrängung der Bauchorgane) dadurch, daß er die Platte bei Bauchlage der Frau über dem Gesäß anbrachte, wobei die Röhre sich unter dem Tisch befand, ebenfalls mit möglichster Zentrierung auf die Mitte des Beckeneingangs.

Nichts wesentlich Neues gegenüber der Albert'schen Aufnahmemethodik brachte das Verfahren Pfahlers (48) (1907). Er bestimmte ebenfalls nach dem Proportionssatz die wahren Maße der Durchmesser; Voraussetzungen für die Brauchbarkeit der Aufnahmen sind ebenso wie bei Albert:

1. Die Platte muß parallel der Eingangsebene sein.
2. Der Fokusplattenabstand muß bekannt sein.
3. Der Abstand zwischen Fokus und crista pubica muß bekannt sein.
4. Zentrierung der Röhre auf die Achse des Beckeneingangs.

Die Lagerung der Patientin und die Einstellung der Platte erfolgten bei Fixation der Schenkel auf dem Bauch vermittelst zweier im Winkel von 30 Grad zueinander stehender Bretter. Diese Winkelstellung entspricht der Neigung des normalen Beckens zum Körper. Die Platte wurde auf dem einen Brett, die Patientin auf dem anderen fixiert. Aus der Betrachtung ähnlicher Dreiecke ergab sich: der Fokusplattenabstand verhält sich zum Durchmesser des Röntgenogrammes, wie die Entfernung des Fokus vom pecten pubis zum Beckendurchmesser.

Zusammenfassend ist über die Aufnahmen zum Zweck der röntgenologischen Beckenmessung unter Parallelstellung von Platte und Beckeneingang zu sagen: Die Albert'sche Lagerung mit plattenparalleler Einstellung der Beckeneingangsebene bedeutete einen großen Fortschritt gegenüber den anderen Methoden. Alle zur Messung notwendigen Punkte, auch das Promontorium, waren auf der Platte zu erkennen. Man hatte zum ersten Male ein objektähnliches Bild des Beckeneingangs auf der Platte. Albert arbeitete mit zwei Verstärkerschirmen und einem Fokusplattenabstand von meist 60 cm. Die Expositionszeit betrug 3½—4 Min. Bei nicht gravidem uterus und nach Reinigung des Darms erhielt Albert sehr gute Bilder. Anders verhielt es sich dagegen bei Schwangeren. Allerdings hatte schon

damals Albert die Schwierigkeit erkannt, die in der Parallelstellung von Beckeneingang und Platte bestand, worüber noch später berichtet wird.

Die sämtlichen Methoden, die die Parallelstellung der Plattenebene zur Beckeneingangsebene anwenden, lassen sich als Vorläufer der Heinemann'schen (35) Fernaufnahmen ansehen, die wieder eine Vereinfachung brachte (1913).

Röntgenaufnahmen in großer Entfernung haben den Zweck, die bei allen Schattenbildern, also auch bei Röntgenaufnahmen, entstehenden Verzeichnungen möglichst gering zu gestalten. Zuerst wurden sie zur Herzmessung verwandt und Eymer und Heinemann übertrugen die Methode auf die Beckenmessung.

1913 empfahl Eymer (23) die Teleaufnahme mit einem Fokusplattenabstand von 1,5 mtr., allerdings in Form der später noch zu besprechenden Profilaufnahme. Daraufhin gerichtete Untersuchungen scheiterten jedoch am Instrumentarium.

Die Aufnahme nach Heinemann erfolgte bei 2 m Fokusplattenabstand in Albert-Stellung bei einer Belichtung von 4—5 Minuten. Von den direkt gemessenen Maßen des Beckeneingangs auf dem Röntgenbild errechnete Heinemann die wahren Werte durch Abzug von ½ cm.

Ein Bild auf die Platte zu bekommen, das vollkommen frei von Verzeichnung ist und eine direkte Messung erlaubt, ist aus mehreren Gründen unmöglich (Martius) (43).

1. Die Röntgenstrahlen verlaufen divergent und nicht parallel und dadurch ergibt sich eine Vergrößerung, die indirekt proportional ist der Entfernung der Röhre oder der Annäherung des Objektes an die Platte. Dazu kommt dann noch eine durch diese Divergenz hervorgerufene Verzerrung, indem die am weitesten vom Zentralstrahl entferntliegenden Teile am stärksten vergrößert werden. Aus dieser Vergrößerung plus Verzerrung ergibt sich die sog. „zentrale Projektion".

Bei einer Herzaufnahme nun sind die durch die zentrale Projektion hervorgerufenen Fehler praktisch gleich Null, da bei auf dem Bauch liegenden Patienten im Verhältnis zu einem Fokusplattenabstand von 2 m, die Entfernung Platte — Herz sehr gering ist.

Bei der Beckenaufnahme läßt sich bei sitzender Frau — und nur diese Stellung gestattet Parallelstellung des Beckeneingangs — der Beckeneingang nie näher als 10—20 cm an die Platte heranbringen. Ein größerer Fokusplattenabstand war damals aus technischen Gründen nicht möglich.

2. Eine sichere Parallelstellung von Platte und Beckeneingang ist unmöglich (Albert, Martius), ebenso eine sichere Zentrierung der Röhre auf die Mitte des Beckeneingangs (Martius).

Die Verzerrung des Beckeneingangsbildes wäre weniger störend, wenn die Röhre sich genau senkrecht über die Mitte des Beckenlumens zentrieren ließe; denn in diesem Falle würden alle Punkte des Beckeneingangs gleicherweise betroffen. Praktisch bereitet aber die genaue Zentrierung der Röhre Schwierigkeiten. Eine Einstellung des

Fokus mit dem Lotblei senkrecht über dem Schnittpunkt der Körpermittellinie und der Verbindungslinie der beiden spinae a. s. muß praktisch genügen (Martius). Die weitere Fehlerquelle, die Unmöglichkeit einer mit Sicherheit genauen Parallelstellung von Platte und Beckeneingangsebene hatte schon Albert 1896 erkannt. Martius und später andere Autoren bestätigen dies. Leicht ist nur die Parallelstellung des Querdurchmessers, dagegen die des Längsdurchmessers, bes. von pathologisch verändertem Becken praktisch unmöglich. Nach Albert und Wormser erreicht man die Parallelstellung am besten dadurch, daß Symphysenrand und proc. spinosus des letzten Lendenwirbels gleichweit von der Platte entfernt sind. Nach Kehrer (39) muß der vordere Abschnitt der Darmbeinkämme der Platte parallel sein, der nach Erfahrung in bis 90% der Fälle der Beckeneingangsebene parallel läuft (zitiert bei Martius).

Es können sich diese Fehler nun sowohl gegenseitig aufheben, als aber auch summieren. So beträgt z. B. bei einem Fokusplattenabstand von 2 m und bei einer Entfernung der Plattenebene zur Beckeneingangsebene von 10 cm die Vergrößerung der vera im Bild 0,47 cm (Martius). Wenn nun die vera der Platte nicht genau parallel steht, tritt in ihrem Bild eine Verkleinerung ein und beide Fehler können sich aufheben. Der Vergrößerungsfehler läßt sich leicht berechnen, der Fehler durch die gestörte Parallelstellung ist dagegen einer Korrektur nicht zugänglich. Die Methode der Heinemann'schen Fernaufnahme wurde in Bezug auf ihre Genauigkeit von Martius mit einem anderen, noch später zu erwähnenden Verfahren von größter Genauigkeit nachgeprüft und Martius hielt ebenfalls die Resultate für praktisch genügend genau.

Die Technik der Fernaufnahmen berücksichtigt vor allem die Parallelstellung von Platte und Beckeneingangsebene nach den oben auseinandergesetzten Gesichtspunkten. Die Rö-Röhre befand sich in einem Abstand von 2 m von der Platte. Die Aufnahme war vor allem so eingerichtet, daß sie ohne Neuanschaffungen in jedem Röntgenlabor gemacht werden konnte. Zur Abblendung benützt Martius den Tubus eines Veifastativs und ein gewöhnliches Lambertzstativ, dessen Blendenkasten umgedreht und 70 cm oberhalb der Platte zentral eingestellt wurde. Dadurch wurde eine gerade für die Eingangsfigur passender Ausschnitt erhalten. Die Röntgenröhre wurde, wie oben erläutert, senkrecht auf die Mitte des Beckeneingangs mit dem Lotblei zentriert. Die Belichtungszeit betrug bei Heinemann 4—5 Minuten, Martius brauchte bei der gleichen Methode 3 mal 10 sek. Dauer der ganzen Prozedur 10 Minuten.

Die Teleaufnahme ergibt das Bild des Beckeneingangs in vollendeter Gestalt.

Martius untersuchte die durch die erörterten Fehler hervorgerufenen Ungenauigkeiten der Meßresultate und die Größe des Maßes, das vom Plattenmaß abgezogen werden muß. Er bestätigte die Feststellung Heinemanns, daß die Ungenauigkeit der Messung nur wenige mm betrug und für die praktische Geburtshilfe vernachlässigt

werden konnte. Er fand die Anforderungen bestätigt, die Heinemann an sein Verfahren stellte. Er stellte die Regel auf: „Bei Teleaufnahmen in 2 m Fokusplattenabstand mit möglichster Zentrierung und paralleler Platteneinstellung zum Beckeneingang sind von den aus der Platte gewonnenen Maßen 5—7 mm abzuziehen, je nachdem die Maße größer oder kleiner als 10 cm sind, um praktisch brauchbare Ergebnisse zu erzielen. Martius legte seine Erfahrungen an Hand einer Tabelle dar.

Martius konnte auch den Vorteil der Teleaufnahmen bestätigen, auf den ihr Autor besonderen Wert legte, nämlich daß sie vor allem ein wahrheitsgetreues Bild von Form und Gestalt des Beckeneingangs als wichtigsten Beckenteiles ergab. Dadurch ergibt sich ohne jede Messung aus der Aufnahme ohne weiteres, ob ein schräger Durchmesser überwiegt. Bei der Deutung pathologischer Geburten und dem Studium abnormaler Beckenformen ergab ein Blick auf die Teleaufnahme genauen Aufschluß über die Form des Eingangs — ein größerer Nutzen für die Praxis als mm — genaue Messung der Durchmesser.

Heinemann selbst konnte (1913) die Aufnahmen nur außerhalb der Schwangerschaft herstellen. Für die Geburtsprognose waren seine Aufnahmen nur von Wert, wenn es gelang, die Aufnahmen schon vor Eintritt der Gravidität herzustellen. Andernfalls konnte sein Verfahren nur von Wert sein für den Unterricht, für eine kritische Beurteilung des Geburtenverlaufes, für Anlage von Krankenberichten etc.

Martius dagegen gelang es 1914 Fernaufnahmen auch am Ende der Schwangerschaft herzustellen unter sorgfältiger Abblendung bei nicht zu harter Röhre zur Verhinderung der Sekundärstrahlung im Gewebe. Es gelang ihm fast immer, brauchbare Aufnahmen bis zum 8. Monat zu erhalten, wenn auch keine Sicherheit bestand. Dieser Umstand schränkte damals die praktische Verwendbarkeit der röntgenologischen Beckenaufnahmen noch stark ein. Trotz ihrer Einfachheit konnte sich damals Heinemann's Methode nicht in die Praxis einführen.

Ein ganz anders röntgenologisches Verfahren, nämlich die Methode der Fremdkörperlokalisation von Mackenzie (41) stellte Manges (42) (Amerikanischer Röntgenkongreß 1910) in den Dienst der röntgenolog. Beckenmessung. Dazu benötigte er stereoskopische Aufnahmen. Die Endpunkte der Durchmesser bestimmte er als Fremdkörper im Raum und in der Entfernung der beiden Punkte hatte er die gesuchten Maße der Durchmesser. Der Vorteil der Methode ist der, daß eine bestimmte Einstellung des Beckens überflüssig ist. Vorbedingung ist jedoch eine genaue Bestimmbarkeit der Durchmesserendpunkte auf der Platte. Benötigt werden ein Apparat für stereoskopische Aufnahmen und ein solcher, der für Ausführung des Kreuzfadenverfahrens nach Mackenzie nötig ist.

Erläuterung des von Manges (1910) zur röntgenologischen Beckenmessung angewandten Verfahrens der Fremdkörperlokalisation nach Mackenzie (1897): Bei bekanntem Fokusplattenabstand wer-

den parallel zur Plattenebene zwei Aufnahmen mit bekannter Fokusverschiebung auf ein und dieselbe Platte gemacht. Somit bildet sich jeder Punkt des photographischen Körpers auf der Platte zweimal ab. Verbindet man nun die Punkte, wo sich bei der ersten bezw. zweiten Aufnahme der Fokus der Röhre befand, mit den beiden Bildpunkten, so müssen sich die beiden Fäden in dem gewünschten Punkt schneiden.

Wie schon erwähnt, können die Strahlen in irgend einer Richtung gehen, die ein gutes stereoskopisches Bild des Beckens ergibt. Eine Parallelstellung von der Platte und Beckeneingang ist somit überflüssig. Die Frau wurde auf dem Rücken gelagert. Manges markierte mit Tinte während der stereoskopischen Beobachtungen auf den Platten gewisse feste Punkte auf der Innenfläche des inneren Beckenrandes, z. B. die spinae ischiadicae. Die Markierungen müssen natürlich optisch übereinstimmen und können dann als Schatten einzelner Fremdkörper an diesen Stellen betrachtet werden. Die Entfernung zwischen diesen imaginären Fremdkörpern ergibt das Maß des gesuchten Durchmessers. Zu diesem Zweck übertrug Manges die Markierungen auf weißes Papier und versah die Zeichnungen mit der Nummer 1 und 2. Die Zeichnungen wurden dann noch mit Markierungen versehen, die es ermöglichten, sie an die gleiche Stelle zu bringen, an denen sich die Platten befanden. Die Übertragungen wurden so gelegt, daß die Lagemarkierungen sich deckten und Röhrenhalter und Lokalisator wurden in die entsprechenden Stellungen gebracht. Das Ende der beiden Fäden nimmt dann die früheren Stellungen des Röhrenfokus ein, während die anderen Enden irgend einen Punkt des Beckenrandes, wie z. B. die Symphyse auf beiden Aufzeichnungen treffen. Mit der Spitze eines Metallstabes wurde dann der Kreuzungspunkt beider Fäden berührt. Dieser Punkt repräsentiert nun die räumliche Stellung der Innenfläche der Symphyse bei der Aufnahme. Nun wurde das gleiche Vorgehen beim Promontorium wiederholt. Der gemessene Abstand gab das Maß der vera an.

Es wurden also durch die Fadenpaare die Strahlenbündel der beiden Aufnahmen nachgebildet, so daß die Kreuzungspunkte der Fäden die gesuchten Punkte im Raum direkt darstellen.

Da auf der sagittalen Aufnahme Manges' das Promontorium jedoch schlecht zu sehen war, nahm er den obersten Rand des obersten for. sacrale und bestimmte dessen Entfernung von der Symphyse. Die vera erhielt er daraus durch Abzug von 1 engl. Zoll. Dadurch wurde das Verfahren trotz der sonst genauen Methode ungenau (Weber).

Für das Verfahren von Manges konstruierte 1912 Hänisch (33) einen Beckenmeßapparat, mit dem er in Verbesserung von Manges die zwei Aufnahmen auf 2 Platten machte.

Wurden die 2 Aufnahmen auf eine Platte gemacht, so überschnitten sich die Konturen und wurden dadurch undeutlich. Nachdem Hänisch so seine Stereoaufnahmen auf 2 Platten gemacht hatte, mußte er die zu messenden Punkte im Stereoapparat auf-

suchen; dann markierte er sie auf Pause. Zur Messung brachte er die Pause an Stelle der Platten und wandte dann das Kreuzfadenverfahren an. „Wenn alle Maßnahmen bei der Aufnahme gewissenhaft genau ausgeführt werden", dann arbeitete das Verfahren auf mm genau.

Das Instrumentarium von Hänisch bestand also außer einem stereoskopischen Röntgenapparat und dem Lokalisator noch aus einem Spiegelstereoskop zum Auffinden der zu messenden Punkte.

Auch Heinemann konstruierte mit einem gewöhnlichen Lambertzstativ einen Beckenmeßapparat nach dem gleichen Prinzip.

Den Gipfelpunkt dieser Art der Messung stellte zweifellos der Kehrer-Dessauer'sche Beckenmeßstuhl (39) dar. (1914).

Alwens (3) hatte diese Methode zuerst zur Größenbestimmung des Herzens angewandt.

Die Dresdener Klinik (s. Kreiß. Röntgenkongreß, Berlin 1914) hatte die Meßstuhlmessungen zunächst auf die vera beschränkt und die ergaben mm genaue Werte, wenn Symphyse und Promontorium deutlich auf der Platte zu erkennen waren. Theoretisch ist die Methode absolut genau, praktisch jedoch um ca. ½ mm ungenau dadurch, daß der Röhrenfokus nicht ganz genau ist (Martius).

Die Nachteile des Verfahrens sind nach Kehrer:

1. der teure Apparat.
2. die Tatsache, daß es innerhalb der Gravidität gute Bilder nur in den ersten 4 Monaten ergab. In den letzten Wochen der Schwangerschaft erhielt Kehrer bei 20 Versuchen nur 5 mal meßbare Platten.

Der Meßapparat ist stuhlartig. Unter der Sitzfläche ist eine Vorrichtung, die es ermöglicht, die Kasetten untereinander auszuwechseln, sowie auch mit einem Rahmen, der die entwickelten Platten aufzunehmen hat und an genau dieselbe Stelle wieder bringt, wo sie sich während der Aufnahme befunden haben. Die Platten lassen sich im Apparat besichtigen durch einen Leuchtkasten unterhalb des Stuhles. Die Röhre ist angebracht an einem mit dem Stuhl in Verbindung stehenden Galgen und zwar an einem an diesem Galgen befindlichen horizontalen Balken mit cm geteilter Schiene. An dieser Schiene läßt sich die Röhre verschieben. Nach angefertigter Aufnahme wird der Röhrenhalter mit dem Fadenträger ausgewechselt. Er wird dargestellt durch 2 kleine Balken, die am freien Ende mit kleinen Rollen für die Fadenpaare versehen sind. Die Fadenträger lassen sich so einstellen, daß ihre Enden sich an der gleichen Stelle befinden wie die Röntgenröhrenfokalpunkte bei den beiden Aufnahmen. An den freien Enden der Fäden sind Gewichte, mittels deren man sie auf jeden Punkt der Platte einstellen kann.

Prinzip der Methode: von dem zu messenden Körperteil werden 2 Aufnahmen von verschiedener Röhreneinstellung aus gemacht.

Fig. 1. R = Platte. F_1 = Brennpunkt der verschiebbaren Röhre bei der 1. Aufnahme. Man bekommt von der zu messenden Strecke xy auf der Platte das Schattenbild x_1, y_1. Für die 2. Aufnahme wird die

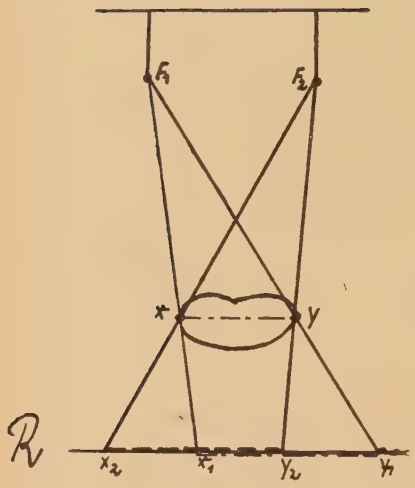


Fig. 1

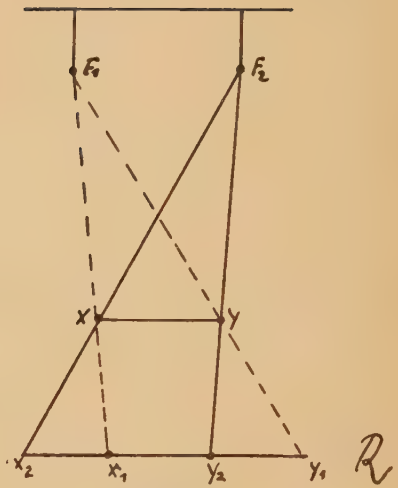


Fig. 2

Röhre nach F_2 verschoben, auf der Platte wird von der Strecke xy das Bild x_2, y_2 erhalten.

Fig. 2. Die Platte wird, nachdem sie entwickelt ist, an dieselbe Stelle gebracht und der Punkt, der dem Fokus bei der 1. Aufnahme entspricht, wird durch die Fäden mit den Endpunkten des 1. Schattenbildes verbunden. Die gesuchten Punkte müssen sich dann irgendwo im Verlauf der Fäden befinden. Um sie festzulegen, verbindet man noch den Punkt F_2 (der dem Röhrenfokus bei der 2. Aufnahme entspricht) mit den entsprechenden Punkten des 2. Schattenbildes, so liegen an den Kreuzungspunkten der beiden Fadenpaare mit absoluter Genauigkeit die beiden Punkte im Raum, deren Entfernung man zu messen wünscht. Auch hier machen also die Fadenpaare nur den Verlauf der Röntgenstrahlen nach.

Obwohl es einer der größten Vorteile der Methode war, daß eine besondere Einstellung der Beckeneingangsebene unnötig war, erwies sich doch eine halbsitzende Stellung auf dem Meßstuhl am besten als Kompromiß zwischen einer möglichst steilen Lagerung der Frau zur Erlangung einer guten Promontoriumkontur und einer mehr liegenden Stellung zur Verringerung der zu durchschlagenden Weichteilschicht (bestätigt von Martius).

Die Verschiebung der Röhre zwischen 2 Aufnahmen betrug 24 cm, der Fokusplattenabstand 86 cm, die Belichtungszeit 20 Sekunden. Bei Schwangeren war eine zwei- bis dreifache Belichtungzeit nötig und die Röhrenhärte wurde wenig über 5—6 Benoist erhöht.

Die Zeitdauer des ganzen Vorganges, der Lagerung der Frau, 2er Aufnahmen, Auswechselung der Kassetten usw. betrug ca. 25 Minuten (Martius).

Vorbedingung war große Genauigkeit der Aufnahmetechnik.

Zur Prüfung der Genauigkeit nahm Martius mit dem Meßstuhl Aufnahmen von Skelettbecken vor, die bis auf Bruchteile von mm genaue Resultate ergaben.

Die Messung der vera ergab zunächst Schwierigkeiten, da es auf der geschwungenen und verzeichneten Linie des Promontoriums oft mißlang festzustellen, welche Punkte auf beiden Platten zusammen gehörten. Als Ausweg gab Martius an, das Promontorium einfach auf der Verbindungslinie zwischen den Dornfortsätzen der Wirbel und der Symphyse anzusetzen.

Nach Martius ist das Verfahren von Kehrer-Dessauer das erste, das es ermöglichte, fast alle Brennpunkte beim Lebenden zu gewinnen. Auch bei einem Spaltbecken (beschrieben von Prof. v. Franqué) konnte er fast ausnahmlos sämtliche Fragen beantworten, die das Größenverhältnis der einzelnen Abschnitte betrafen.

So konnten bei dem Spaltbecken nicht nur die Breite des Beckeneingangs (14,5), die Größe (5,3), die Entfernung der Sitzbeinstachel (11,2) und Spitzbeinknorren (12,5) sowie die größte Breite des Kreuzbeins (10,7) gemessen werden, sondern auch, wie hoch das Promontorium über der Terminiallinie lag (4,0), ferner die Größe der Öffnung der incisura ischiadica (5,5), eine bei Spaltbecken höheren Grades charakteristisch nicht verkleinerte Zahl. Von dem Seitenbeckenknochen konnte die pars sacralis mit 6,7 bestimmt werden. Dagegen ließen sich die pars iliaca und pubica nicht messen, da sich das tuberculum iliopubicum auf der Platte nicht ausprägte. Aus demselben Grund ließen sich meist die schrägen Durchmesser nicht bestimmen (Martius).

Im allgemeinen war allerdings die Messung der dist. tuberum nicht möglich, im Gegensatz zu dem Fall des Spaltbeckens, da sich die Knorren auf dem Röntgenbild als flache Bogenlinien abbilden und auf diesem die der lichten Beckenausgangsbreite entsprechenden Punkte meist nicht zu bestimmen sind.

Oft war auch aus ähnlichen Gründen die Messung der linea interspinosa nicht möglich, denn die Bilder waren seitlich projiziert und so waren die spinae ossis ischii wenigstens einer Seite durch höherliegende Knochenpartien gedeckt und somit nicht meßbar.

Bei dem Spaltbecken fehlte diese Schwierigkeit wiederum (Martius), da beide Sitzbeinstachel durch den Spalt hindurch auf der Platte zu sehen waren.

Bei Messung der vera ist nach Martius besondere Beachtung dem Schamfugenwulst zu schenken. Die „eminentia retropubica" (Waldeyer) stellt einen wulstigen Vorsprung der Schamfuge in die Beckenhöhlung hinein dar. Er kommt bei 80 Becken 20 mal vor (Martius) und erstreckt sich über die Schamfuge in ihrem ganzen Verlauf. Bei engem Becken kann der Schamfugenwulst erheblich zur Einengung der vera beitragen und somit die Geburt beeinflussen, obwohl es noch fraglich ist, ob der Schamfugenwulst bei rachitischem Becken stärker und häufiger ist (Breus und Kolisko zit. bei

Martius). Es wäre somit immerhin ein erheblicher Nachteil einer röntgenologischen Beckenmeß-Methode, wenn man durch sie die Verkürzung der vera durch den Schamfugenwulst nicht berücksichtigen könnte. Dazu genügt nun nach Martius bei Feststellung der vera, wenn man auf den Platten die Knochenleisten berücksichtigt, die entlang dem knorpeligen Anteil des Wulstes laufen. Aus ihrer Form kann man auf die Größe des Wulstes schließen.

Die Methode der röntgenologischen Beckenmessung mit Hilfe des Dessauer-Kehrer'schen Beckenmeßstuhles zeigte sich allen bis dahin üblichen Verfahren bei weitem überlegen, was eine auf mm genaue Messung von Beckenmassen angelangte, selbst solcher, die bis dahin einer Messung am Lebenden überhaupt nicht zugänglich waren (z. B. Größenverhältnisse der einzelnen Abschnitte eines Spaltbeckens). Die Anwendung beschränkte sich jedoch auf das Gebiet wissenschaftlicher Fragen, da die Methode für die Praxis zu umständlich und infolge des Apparates zu kostspielig war. Wie bei allen Beckenmeßaufnahmen, die man damals (1914) vornahm, kam als weiterer Nachteil noch die Unmöglichkeit hinzu, die Aufnahmen am Ende der Schwangerschaft brauchbar zu gestalten. Infolge seiner Umständlichkeit und Kostspieligkeit wurde das Verfahren auch bald wieder aufgegeben.

Den Nachteil der ursprünglichen Methode von Manges, daß durch die zwei Aufnahmen auf eine Platte das Bild undeutlich wurde und die entsprechenden Punkte schwer zu finden waren, hatte schon 1912 — wie oben erwähnt — Hänisch durch seinen Meßapparat beseitigt. 1915 beschäftigten sich noch Runge und Grünhagen (54) mit diesem Übelstand. Sie machten zwei stereoskopische Aufnahmen und ermittelten die entsprechenden Punkte im Stereoskop. Bei den Aufnahmen wurden die Fußpunkte der beiden Hauptstrahlen markiert. Dann wurden die beiden Platten so übereinander gelegt, daß die Marken aufeinander zu liegen kamen. Auf diese Weise erhielten sie dasselbe Bild wie Manges auf eine Platte.

Bei einem anderen Verfahren verließen Runge und Grünhagen die Lagerung nach Albert, um die technischen Schwierigkeiten zur Erlangung eines Bildes bei Hochschwangeren zu vermeiden (Weber). Sie fertigten 2 stereoskopische Aufnahmen in sagittaler Richtung an. Aus der Parallaxe der zusammengehörigen Punkte erfolgte die Berechnung der wahren Größe des gesuchten Durchmessers. Dieses Verfahren leitet über dem rein mathematischen Methoden von Drüner, Fürstenau-Weski ua. Autoren.

Die wichtigsten hierher gehörigen Methoden sind die Drünersche (15) Lotpunktbestimmung und der Drüner-Gittermaßstab, rein rechnerische Verfahren von absoluter Genauigkeit und exakter Ausführung.

Theorie der Drüner'schen Lotpunktbestimmung erläutert n. Weber: Es werden 2 stereoskopische Aufnahmen angefertigt und beide Fußpunkte der Hauptstrahlen markiert. Anschließend werden die einander entsprechenden Bildpunkte bestimmt, evtl. stereoskopisch. Wie bei Runge und Grünhagen werden beide Platten so aufeinander

gelegt, daß die Fußpunktmarken sich decken. Oder es werden auf Durchschlagpapier die Fußpunkte und entsprechende Bildpunkte aufgezeichnet.

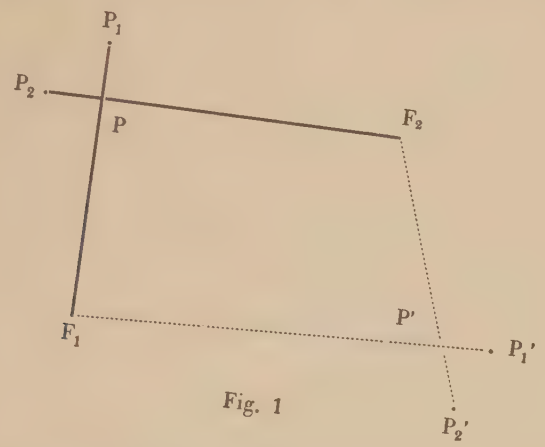


Fig. 1

F_1 = Fußpunkt bei 1. Aufnahme.
P_1 = Bildpunkt des Punktes II im Raum bei der 1. Aufnahme.
P_1' = Bildpunkt eines 2. Punktes II' im Raum bei der 1. Aufnahme.
F_2 = Fußpunkt bei der 2. Aufnahme.
P_2 = Bildpunkt von II bei 2. Aufnahme.
P_2' = Bildpunkt von II' bei 2. Aufnahme.

Man verbindet P_1 und P_1', mit F_1 sowie
P_2 und P_2' mit F_2.

Die Verbindungslinien schneiden sich in Punkt P und P'. P ist Lotpunkt von II, P' Lotpunkt von II', d. h. der Punkt, über dem senkrecht sich bei der Aufnahme II bezw. II' befand. Zur Lokalisation von II und II' fehlt der senkrechte Abstand beider Punkte von der Plattenebene.

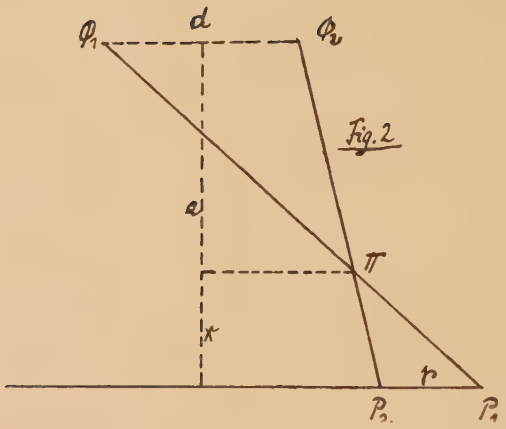
Nun ist $\Delta\, II\, P_1\, P_2$ ähnlich $\Delta\, II\, \Phi_1\, \Phi_2$, also gilt:

$$\frac{p}{d} = \frac{x}{a-x} \quad : \quad ap - px = dx$$

$$p = \frac{dx}{a-x;} \qquad\qquad x = \frac{ap}{p+d}$$

d. h., bei bekannten Foskusplattenabstand und Foskusverschiebung läßt sich der Plattenabstand bestimmen, wenn man die Parallaxe seiner Bildpunkte kennt und wenn man den Plattenabstand kennt, die Parallaxe der Bildpunkte.

Zur Vereinfachung des Verfahrens und um eine jedesmalige Rechnung zu vermeiden, legte Drüner eine sog. „Parallaxenleiter" an, eine Kurve, die sich ergab aus Berechnung der Parallaxenwerte für



a = Foskusplattenabstand bekannt.
d = bekannte Verschiebung der beiden Fokus Φ_1 und Φ_2 zwischen beiden Aufnahmen.
p = die auf der Platte meßbare Parallaxe (= Verschiebung) der beiden Bildpunkte P_1 und P_2 des Punktes II.

1, 2, 3 cm usw. Plattenabstand, die graphisch aufgezeichnet wurden. Dabei setzte er Fokusverschiebung und Fokusplattenabstand als konstant voraus.

Die Parallaxe p wird dabei in den Zirkel genommen. Dann wandert man, die eine Spitze desselben auf dem einen Schenkel der Parallaxenleiter gleiten lassend, weiter, bis die andere Spitze den 2. Schenkel der Parallaxenleiter berührt und findet die der Parallaxe p entsprechende Höhe x (Weber).

Somit ist jeder Raumpunkt eindeutig bestimmt durch seinen Lotpunkt und seinen senkrechten Plattenabstand. Zur Messung des Abstandes der Punkte II wird auf einem Schenkel eines rechten Winkels die Entfernung der Lotpunkte abgetragen, auf dem anderen Schenkel die Höhendifferenz beider Punkte. Die Entfernung wird dargestellt durch die Verbindungslinie der 2 Punkte auf den Schenkeln.

Drüner übernahm die graph. Lotpunktbestimmung von Lambertz (40), der sie 1900 in einer Arbeit veröffentlichte.

Zur vera-Bestimmung mittels dieser Methode mußten einige Hilfslinien gezogen werden (s. Drüner, zit. bei Weber). Bei annähernd plattenparalleler Stellung der Eingangsebene vereinfacht sich die Methode ganz wesentlich derart, daß man den Abstand der Punkte gleichsetzen kann dem Abstand der Lotpunkte, ohne größere Fehler zu begehen (Weber). Mit der Lotpunktbestimmungsmethode ließen sich auch die schrägen Durchmesser sehr gut bestimmen.

Ebenso ist auch die Gittermaßstabmethode nach Drüner leicht und bequem. Ihre Theorie ist folgende (erläutert n. Weber):

Das Bild einer Strecke ist im Verhältnis zu deren wahren Größe umso größer, je größer die Entfernung der Objektebene von der Plattenebene ist. Es besteht folgende Beziehung zwischen Länge der Strecke b und Länge ihres Bildes y (wenn wir der Einfachheit halber die Ebene, in der b liegt, plattenparallel annehmen.

$$a - x / a = b / y \qquad y = b \cdot a / a - x.$$

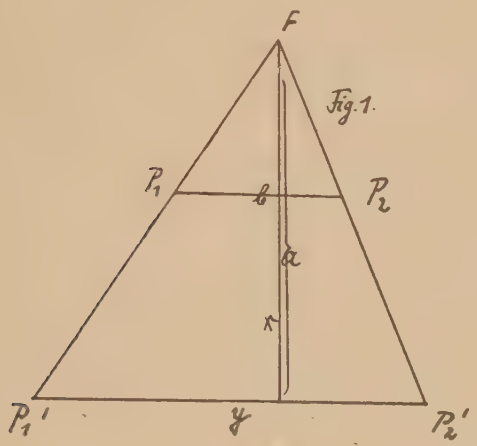


Fig. 1.

für Streckeneinheit b = 1 gilt also:

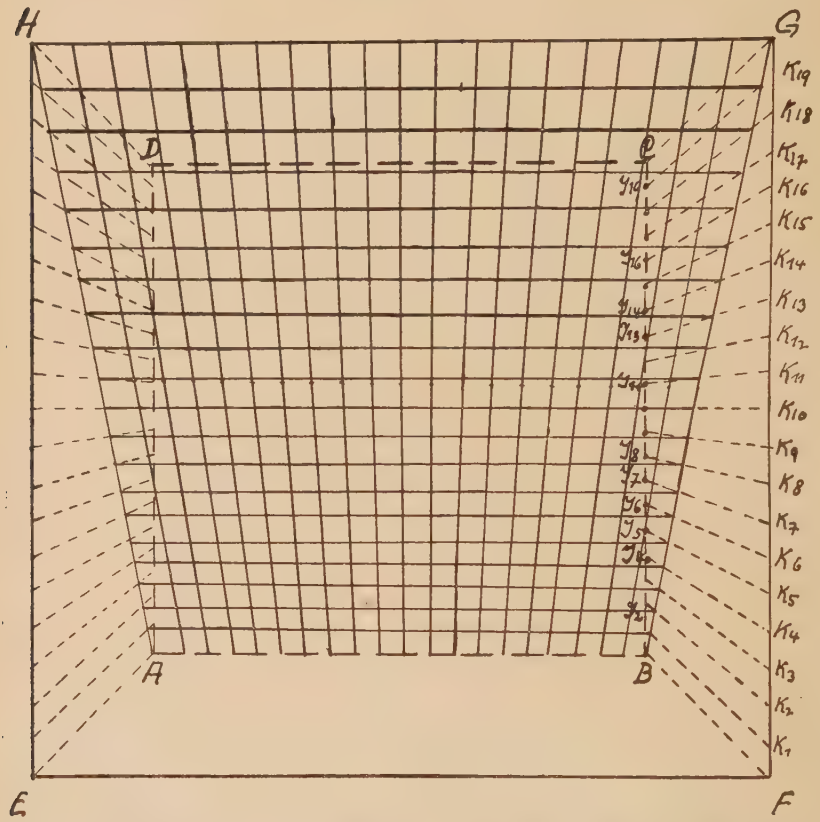
$$y = a / a - x.$$

Durch diesen Koeffizienten müssen wir also die Länge der Bildstrecke auf der Platte dividieren, um die wahre Länge der betreffenden Strecke zu bekommen. a ist bekannt; der Ebenenplattenabstand x ergibt sich aus der Parallaxe des Punktes P_1 sowie P_2 durch Rechnung oder mit Hilfe der Parallaxenleiter.

Zeichnet man nun bei bestehendem Fokusplattenabstand z. B. a = 60 cm die Werte von y für die Höhe x = 1, 2, 3 cm usw. und für die Strecke b = 1, 2, 3 cm usw. auf, so gibt sich ein aus Kurven und Geraden bestehender Gittermaßstab.

Außer diesem algebraischen Verfahren gibt Drüner noch ein stereometrisches an, um zu einem Gittermaßstab zu gelangen, der den Vorteil hat, nur aus Geraden zu bestehen und leicht und fest ohne Rechnung anzufertigen ist.

Ein Drahtwürfel von 20 cm Kantenlänge werde bei einem Fokusplattenabstand von 60 cm belichtet. Auf der Platte zeigt sich das Bild des Würfels, wie in Abbildung:



Die Grundfläche ABCD zeigt sich mit der unveränderten Seitenlänge von 20 cm, die Kopffläche EFGH mit einem Plattenabstand von 20 cm hat die Seitenlänge von 30 cm (aus der Formel a = b a / a — x). Denkt man sich auf der einen Seitenfläche z. B. der CBGF entsprechenden, Drähte gezogen, parallel zu den senkrecht stehenden Kanten im Abstand von 1 cm, so werden diese Drähte auf der Platte als $J_1K_1J_2K_2$ bis J19 K19 erscheinen. Legt man nun noch eine Diagnoalebene durch die hintere obere und vordere untere Kante des Würfels, so erscheint sie auf der Platte als Trapez ABGH.

Die einzelnen Drähte, denen auf der Platte die Strecken J_1K_1 bis $J_{19}K_{19}$ entsprechen, schneiden die Seite der Diagonalebene, der auf der Platte die Strecke BG entspricht, im Plattenabstand 1—19 cm.

Analog verfahren wir auf der anderen Seite. Die Verbindungslinien dieser Schnittpunkte mit denen der Gegenseite stellen im Raum Strecken dar, die den jeweiligen Plattenabstand von 1 — 19 cm haben und 20 cm lang sind.

Verbinden wir auf der Platte die Schnittpunkte der Strecken J_1K_1. . $J_{19}K_{19}$ mit BG mit den entsprechenden Punkten der anderen Seite, so erhält man das Bild von Strecken, die in Wirklichkeit 20 cm lang sind, und jeweils einen Plattenabstand von 1 — 19 cm haben. Daraus erfolgt die Konstruktion eines Gittermaßstabes.

Die oben erwähnte Parallaxenleiter kann man mit dem Gittermaßstab verbinden und erhält dann eine entsprechende Figur (Weber).

Bei annähernd paralleler Einstellung von Eingangsebene und Platte läßt sich auch die Gittermaßstabmethode wesentlich vereinfachen. Zur Bestimmung der vera nimmt man die ihr entsprechende Bildstrecke in den Zirkel, nachdem man zuvor die Höhenlage von Symphyse oder Promontorium an Hand der Parallaxenleiter bestimmt hat. Diese Strecke trägt man auf der dieser Höhe entsprechenden Linie des Gittermaßstabes ab und liest dort die wahre Länge der Conjugata ab.

Liegt eine Parallelstellung von Eingangsebene und Platte nicht vor, so ist die Anwendung des Gittermaßstabes folgende:

Man nimmt 2 stereoskopische Aufnahmen auf 2 Platten unter Markierung der Fußpunkte vor. Zwischen den beiden Aufnahmen darf die Lage der Patientin nicht geändert werden. Die Röhre wird um 6,5 cm verschoben parallel zur Plattenebene.

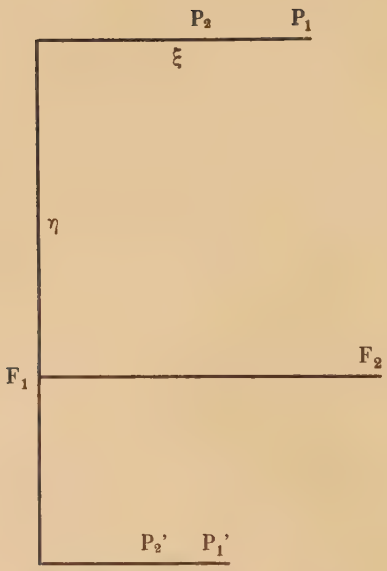
Auf den beiden Platten werden am besten nach dem Verfahren von Runge und Grünhagen mittels stereoskopischer Betrachtung durch ein einfaches Stereoskop die entsprechenden Bildpunkte markiert. Hierauf werden die 2 Platten so aufeinandergelegt, daß sich die Fußpunktmarken decken.

Nun sind F_1 und F_2 die Fußpunkte, P_1 und P_2 die Bildpunkte des Punktes P und P_1' und P_2' die Bildpunkte des Punktes P'.

Die Lage eines Punktes im Raum ist eindeutig bestimmt, durch drei Raumkoordinaten, d. h. durch den senkrechten Abstand des Punktes von 3 aufeinander senkrecht stehenden Ebenen.

Diese Ebenen seien:

1. die Plattenebene,
2. die Ebene durch beide Fußpunkte und beide Röhrenfoki.
3. die Ebene durch Fokus und Fußpunkt bei der 1. Aufnahme senkrecht zu den beiden anderen Ebenen.
   Den Plattenabstand x finden wir wie oben erwähnt, aus der Parallaxe $P_1 P_2$ der beiden Bildpunkte von P mittels Zirkels und Parallaxenleiter.



Die Strecke η sei die Abbildung des Abstandes des Punktes P von der 2. Ebene. Die rechte Länge findet man, wenn man η auf der der Höhe x entsprechenden Linie des Maßgitters abträgt. An dem Maßgitter läßt sich dann die η in Wirklichkeit entsprechende Strecke y ablesen.

Die 3. Koordinate z, d. h. der Abstand des Punktes von der 3. Ebene verläuft ebenfalls in einem zur Plattenebene parallelen Ebene mit dem Abstand x. Ihre Abbildung auf der Platte sei ξ. Wie bei den anderen Größen finden wir auch die reelle Größe durch Abtragung von ξ auf der der Höhe x entsprechenden Geraden des Gittermaßstabes.

Nachdem auch P′ durch seine 3 Raumkoordinaten x', y', z' festgelegt ist, ergibt sich die Entfernung von PP durch die Gleichung:

$$PP' = \sqrt{(x - x')^2 + (y - y')^2 + (z - z')^2}.$$

PP′ läßt sich auch graphisch ohne Rechnung darstellen. Man trägt $x - x'$ und $y - y'$ auf den Schenkeln eines rechten Winkels ab. Auf dem einen Schenkel eines anderen rechten Winkels trägt man $z - z'$ ab, auf dem anderen Schenkel dieses zweiten rechten Winkels trägt man die Entfernung der beiden Endpunkte, wie sie sich auf dem ersten rechten Winkel ergeben, ab. Die Entfernung der Endpunkte, wie sie sich auf dem zweiten Winkel ergeben, ist die Entfernung der Punkte $P - P'$.

Natürlich muß für jeden Fokusplattenabstand ein besonderer Gittermaßstab gezeichnet werden.

Auch andere Autoren, so Katz und Salow 1915, veröffentlichten Fremdkörperlokalisationsverfahren, die mit dem von Drüner identisch sind.

1916 wurde von Würschmidt (69) ebenfalls ein Gittermaßstabverfahren veröffentlicht. Die mathematischen Grundlagen sind jedoch schwerer zu überblicken; der Maßstab ist nicht so übersichtlich und einfach herzustellen wie der Drüner'sche (Weber).

Ebenso wurde zur Beckenmessung die Fremdkörperlokalisationsmethode für Fürstenau-Weski (26) angewandt.

Bei ihr wurde die Parallaxenleiter durch einen sogenannten Tiefenmaßzirkel ersetzt. Er wurde 1907 veröffentlicht; seine Benützung ist folgende: Es werden 2 Aufnahmen auf eine Platte hergestellt bei einer Fokusverschiebung von 6,5 cm. Die Zirkelspitzen werden nun auf korrespondierende Punkte des Fremdkörperschattens aufgesetzt und an einer Skala, auf der der eine Zirkelarm geleitet, kann der Plattenabstand des Fremdkörpers abgelesen werden. Nun muß noch jede Bildstrecke, die in Wirklichkeit in der betreffenden Ebene mit dem auf der 1. Skala gefundenen Plattenabstand liegt, mit einem Koeffizienten multipliziert werden, der auf einer 2. Skala abgelesen wird. Der Koeffizient ist der reziproke Wert von Drüners Koeffizient: $y = \frac{a}{a - x}$, wobei a = Fokusplattenabstand und x = Entfernung des Punktes von der Plattenebene. Während nun die Gittermaßstabmethode Drüners leicht und fast kostenlos ist, muß hier noch ein Tiefenmeßzirkel angeschafft werden und für jedes Maß ist eine Multiplikation nötig (Weber).

Fürstenau ließ die Fußpunkte des Hauptstrahls ebenfalls durch Bleimarken markieren. Durch Multiplikation der auf der Platte gefundenen Entfernung zwischen Fußpunktmarke und Fremdkörperschatten mit obigem Koeffizienten erhielt er die wahre Entfernung des Fremdkörpers vom Hauptstrahl. Zur Lokalisation des Fremdkörpers muß man nun zunächst in Richtung des Hauptstrahls in die Tiefe gehen, dessen Eintritt in den Körper ja durch die Bleimarke markiert ist. Hierauf muß man seitlich vordringen, um das Maß des oben gefundenen Abstandes zwischen Fremdkörper und Hauptstrahl. Ein wesentlicher Mangel der Methode liegt nun darin, daß Fürstenau nicht angab, in welcher Richtung seitlich vorzudringen sei.

Beseitigt wurde dieser Mangel 1915 von Weski, der anstelle der Bleimarke einen Metallzeiger anbrachte und so auf einfache aber bestimmte Weise den Winkel zwischen Zeigerbild einerseits und Verbindungslinie zwischen Fremdkörperschatten und Fußpunkt andererseits benützte zur Angabe in welcher Richtung der Fremdkörper seitlich vom Hauptstrahl zu suchen ist.

Diese Fremdkörperlokalisationsmethode wurde zur röntgenologischen Beckenmessung folgendermaßen verwandt. Der Abstand zweier Punkte (Durchmesserpunkte) von der Platte wurde mittels Tiefen-

meßzirkels bestimmt. Der dem Plattenabstand jeweils entsprechende Koeffizient ließ durch Multiplikation aus den Abbildungen der 3 Koordinaten auf der Platte deren wahre Größe errechnen. Aus den 3 Koordinaten wird dann die Entfernung entweder graphisch oder durch Rechnung (s. o.) bestimmt.

Ebenfalls für die Beckenmessung verwandt wurde die Schwebemarkenlokalisation nach Wachtel (65) (1916). Infolge ihrer Umständlichkeit hat sie nie praktische Bedeutung besessen. Bei beiden Aufnahmen wurde in bekannter Entfernung von der Platte eine Doppelmarke angebracht von ebenfalls bekannter Distanz. Die Berechnung der Lage des Fokus erfolgt aus der Entfernung der Bilder der Schwebemarken, die Lage des Fremdkörpers aus der Verschiebung des Fremdkörperschattens. Zur Vereinfachung der Rechnung wurde von Wachtel noch ein Schieber angegeben, mit dem man aus dem Plattenmaß die Entfernung des Fremdkörpers bestimmte.

Das Doppelplattenverfahren von Müller (47) (1909) und Christensen (10) (1915) ist zur Beckenmessung völlig ungeeignet (Weber), da es nur die Tiefe, aber nicht die räumliche Lage eines Fremdkörpers bestimmen läßt.

Das Lilienfeld'sche Orthodiagonalverfahren zur Fremdkörperlokalisation ist für die Beckenmessung ebenfalls ungeeignet, da man auf den zwei orthogonalen Aufnahmen die einander entsprechenden Knochenpunkte nicht finden kann (Weber). Dazu ist es noch sehr umständlich.

1906 veröffentlichte Gillet (28) ein Verfahren, das mit der Fadenmethode Mackenzies verwandt ist. An Stelle der Fäden traten jedoch Visierlinien. Die Augen werden in das gleiche Lageverhältnis zur Platte gebracht, wie vorher die Foki bei der Aufnahme waren. Mit einer Metallspitze werden die entsprechenden Bildpunkte anvisiert, bis sie zusammenzufallen scheinen. Dann befindet sich die Spitze räumlich an der Stelle des Fremdkörpers. Zu dieser Methode gab Gillet noch ein eigenes Instrument an zur Anvisierung. Anschließend erfolgt nach den Raumkoordinaten die Lagebestimmung des Punktes.

Von sonstigen zur Beckenmessung angewandten Fremdkörperlokalisationsmethoden sind noch besonders die stereoskopischen zu erwähnen. Der erste, der sie anwandte, war Drüner (16). Er machte außer den zwei stereoskopischen Aufnahmen auf 2 Platten bei gleichem Fokusplattenabstand und gleicher Verschiebung der Röhren zwei stereoskopische Aufnahmen eines Raummaßstabes. Dann wurden die Maßstabstereogramme auf die Beckenaufnahmen aufgedeckt und bei Betrachtung derselben im Stereoskop ließen sich die Maße ablesen. Ursprünglich hatte Drüner diese Aufnahmen sagittal gemacht. Später ging er dann zur Albert'schen Lagerung über, die er seit 1907 nur noch anwandte.

Bei den meisten übrigen stereoskopischen Methoden ist die Vorbedingung die Erlangung eines objektgleichen stereoskopischen Bildes.

Dazu sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

1. Die Fokusverschiebung,
2. Die Augendistanz des Untersuchers (individuell verschieden),
3. Der Abstand der Spiegel am Stereoskop muß gleich sein.

Der Mittelwert für die Augendistanz ist 6,5 cm.

Ferner muß der Lichtstrahl vom Auge des Untersuchers zum betreffenden Punkt der Platte genau so lang sein, wie der Abstand des Röhrenfokus von diesem Punkt bei der Aufnahme.

Der beste stereoskopische Apparat, der diesen Anforderungen genügt, ist Pulfrichs (51) Stereoplanigraph. Die Ausmessung des stereoskopischen Bildes erfolgt durch eine nach allen 3 Richtungen des Raumes bewegliche wandernde Marke in Gestalt eines leuchtenden Punktes. Die Stellung dieser wandernden Marke wird in einfachen Zahlen abgelesen, die den 3 Raumkoordinaten entsprechen. Die Entfernung zweier Punkte wird dann, wie oben erläutert, errechnet oder graphisch an einem rechten Winkel eingestellt.

Einfacher aber weniger genau ist der Apparat von Hasselwander (34) (1915).

Die Ausmessung erfolgt mit dem Stereoplanigraphen, der aus einer wandernden Marke besteht und dazu aus einer Vorrichtung, die es ermöglicht die jeweilige Stellung mittels eines in der Vertikalen verschieblichen Stiftes auf eine Zeichenebene abzutragen. Auf dieser Ebene sind also die Punkte angezeichnet, über denen sich senkrecht der betreffende Raumpunkt befindet. Die Höhe des betreffenden Punktes kann man am Stativ der wandernden Marke ablesen.

Eine größere Genauigkeit erzielt man durch das Drüner'sche Stereoskop (Weber). Die Aufnahme wird je nach dem individuellen Augenabstand des Untersuchers gemacht. Eine stereoskopische Betrachtung wird erzielt durch die zwei Fußpunktmarken und eine Körpermarke auf der Oberfläche des zu Untersuchenden. Ein objektgleiches Bild ist nur dann vorhanden, wenn die Entfernungen dreier wandernder Marken gleich sind den Entfernungen der drei ursprünglichen Marken. Zum Schluß erfolgt dann noch die Ausmessung mit dem Hasselwander'schen Stereoplanigraphen.

Nicht mit der absoluten Genauigkeit des Stereoplanigraphen arbeitet die Methode von Trendelenburg (63). Die Genauigkeit ist jedoch für die Praxis genügend und die praktische Anwendung erleichtert. Trendelenburg mißt freihändig mit dem Zirkel und Lineal im stereoskopischen Raumbild.

Die Apparate von Pulfrich, Hasselwander, Drüner etc. sind Stereoskope mit 2 Spiegeln. Daneben gibt es noch Stereoskope mit 1 Spiegel und mit 4 Spiegeln, z. B. ebenfalls nach Drüner.

Trotzdem die stereoskopische Methode nach Ansicht vieler Autoren die beste ist (Drüner, Weber u. a.) und in kurzer Zeit alle erdenklichen Maße liefert, sowie ein getreues körperliches Bild des Beckens mit seinen normalen oder pathologischen Formen, hat sie doch auch ihre Nachteile. Außer dem hohen Preis ist es der Umstand, daß viele Untersucher nicht stereoskopisch sehen können. Auf eine andere Eigentümlichkeit der röntgenstereoskopischen Beckenmessung hat Pordes (50) (Wien) hingewiesen. Im Gegensatz zu dem plast. Eindruck, den man bei Betrachtung gewöhnlicher photographischer Stereoaufnahmen von auch sonst dem Auge zugänglichen Gegenständen hat, ist es bei den Röntgenstereogrammen anders. Bei ihr fallen gewisse Hilfswahrnehmungen weg, wie die relative Größe der Objektteile, die relative Deutlichkeit des Nahen gegenüber dem Fernen und die Überschneidung des Fernen durch das Nähere, die beim normalen binokularen Sehen mit der parallaktischen Betrachtung im Einklang stehen. Aus diesem Grunde sehen wir die gewöhnlichen stereoskopischen Bilder so plastisch und da bei der Röntgenstereoskopie die unterstützenden Teilwahrnehmungen nicht nur wegfallen, sondern auch z. T. ins Gegenteil verkehrt sind, so erklärt sich nach Pordes daraus die Schwierigkeit des Sehens im stereoskopischen Röntgenbild.

Andererseits hat Martius (45) hervorgehoben, daß für die exakte Ausmessung des Röntgenstereobildes das Fehlen der genannten, rein subjektiven Teilwahrnehmungen nur als Vorteil anzusehen ist, wenn das Röntgenbild so gut ist, daß die reine Parallaxe die Bestimmung der Meßpunkte erlaubt. Darin liegt nach Martius aber gerade die Unzulänglichkeit der Methode. Diese technischen Schwierigkeiten sind nach Martius' Ansicht am besten behoben durch Beyerleins (5) Stereo-Orthodiagraphen, den er als besten Betrachtungs- und Meßapparat bezeichnet. Beim Apparat von Hasselwander ist der Lichtpunkt in den hellen Stellen des Raumbildes schwer zu erkennen, ferner müssen Aufnahmebasis und Augenabstand des Betrachters gleich sein. Beyerlein dagegen trennt Betrachtungsseite und Meßseite des Apparates dadurch, daß die wandernde Raummarke als Schatten durch zwei Punktlichtlampen, die entsprechend der Röhrenverschiebung bei der Aufnahme gegeneinander verschoben sind, von hintenher auf die transparenten Bilder hinaufprojiziert werden. Dabei ist die Meßbasis unabhängig vom Augenabstand und kann größer als dieser gewählt werden, was die Raumbildwirkung verstärkt. Ein anderes Merkmal des Beyerlein'schen Apparates ist die vertikale Anordnung der beiden Stereobilder, was wiederum ein leichteres stereoskopisches Sehen bewirkt, da die Vertikalparallaxe für jeden Bildpunkt die gleiche ist im Gegensatz zur Horizontalparallaxe.

Außerdem hat Beyerlein auch einen Stereoaufnahmeapparat hergestellt.

Für die Praxis sind diese Apparate jedoch zu kostspielig und kompliziert (Martius). Trotz der vielen Enttäuschungen und einzelnen Nachteile wird die stereoskopische Methode der röntgenologischen Beckenmessung stets die ideale sein (Drüner, Martius).

Drüner erklärt die Mißerfolge einzelner Autoren auf diesem Gebiet mit mangelnder Übung. „Die Methode verlangt Höchstleistung der Aufnahmetechnik und Bearbeitung."

Drüner mißt nach seinen Angaben Kopf und Becken und das schwebt als Idealverfahren auch Martius, Schäfer u. a. vor. Jedoch sind dazu noch technische Verbesserungen und bessere Rö-Bilder nötig.

Heute werden außer den stereoskopischen und stereogrammetrischen Verfahren hauptsächlich noch zwei moderne Verfahren angewandt, die auf der Messung der fraglichen Durchmesser auf einer Platte beruhen. Zum Teil beruhen diese Verfahren auf schon früher angewandten Methoden; zum Teil sind sie neu. Bei den sogen. Sitzaufnahmen, deren Technik von Albert und später von Martius ausgearbeitet wurde, wird die Ebene, in der die zu messende Grade liegt, filmparallel eingestellt. Ebenso ist es bei der von Eymer (23) schon 1913 im Prinzip angegebenen Methode, die später (1927) von Guthmann ausgearbeitet wurde und bei der es sich um Profilaufnahmen handelt.

Beide Methoden bilden die wesentliche Grundlage, abgesehen von dem stereoskopischen Verfahren, an die bis heute Verbesserungen auf dem Gebiete der röntgenologischen Beckenmessung angefügt werden.

Heute sind wir seiner praktischen idealen Lösung immer mehr genähert durch Steigerung der Stromstärke, höhere Belastbarkeit der Röhren und Anwendung der Buckyblende. Es sind mehr technische als prinzipielle Schwierigkeiten, die allenfalls noch zu beseitigen sind.

Die eine der heute am meisten angewandten Methoden, die Profilaufnahme, wurde schon 1913 von Eymer (23) angegeben. Wichtig ist daran, daß es sich um einen prinzipiell neuen Weg auf dem Gebiete der röntgenologischen Beckenmessung handelt. Eymers Untersuchungen, bei denen die Patientin genau im Profil aufgenommen wurde (Parallelstellung der Verbindungslinie Symphysenmitte — proc. spin. der Lendenwirbel zur Platte) scheiterten damals (1913) lediglich an dem Instrumentarium. Später arbeiteten Saidl (55) 1926 und besonders Guthmann (30) 1927 die Methode zur praktischen Verwertbarkeit aus. Die Patientin liegt dabei auf der Seite auf einer Buckyblende derart, daß die Frontalebene des kleinen Beckens senkrecht zum Film steht. Die Röntgenröhre wird mit vertikalem Strahlengang derart eingestellt, daß der Centralstrahl etwa durch die Mitte der Conjugata vera geht. Dabei beträgt der Fokusfilmabstand 60 cm. Bei guter Technik ergibt sich auf dem Film das Promontorium mit großer Klarheit. Die Begrenzung der Schamfuge erscheint zunächst undeutlich, läßt sich jedoch nach einiger Übung auch genau gegen

das Lumen abgrenzen. Der wahre Wert der Conjugata vera läßt sich im Prinzip genau berechnen wie bei der Albert'schen Sitzaufnahme und zwar aus dem Fokusfilmabstand und dem Abstand zwischen photographierter und wahrer vera, (der gleich ist der Hälfte des Querdurchmessers der gelagerten Patientin + Höhe der Buckyblende) sowie aus dem Maße der photographierten vera.

$f + (f - a) = b : v$; dabei ist f = Fokusfilmabstand, a = Abstand zwischen echter und photographierter vera, b = das Maß der photographierten vera, v = das echte Maß der vera.

Guthmann hat eine Tabelle angefertigt, in der man für die verschiedenen Fälle das wahre Maß ablesen kann.

Auf anderem Weg läßt sich das wahre Maß der vera auch durch mitphotographierte Maßstäbe bestimmen.

Das Verfahren hat verschiedene noch später zu besprechende Modifikationen durch andere Autoren erfahren.

Das andere, heute am meisten angewandte Verfahren ist die Martius'sche Sitzaufnahme, die auf der Albert'schen Sitzaufnahme (1897) basiert. Die Frau sitzt dabei, der Oberkörper ist zurückgeneigt, wie es der oben besprochenen Albert-Stellung entspricht. Dadurch ist der Beckeneingang der Platte parallel gestellt. Das photographische Maß verkleinert sich dann um den schon öfter erwähnten Faktor, dessen Zähler die Differenz zwischen Fokusfilmabstand und Symphysenhöhe ist. Die Symphysenhöhe wird mit dem Zollstock gemessen und mit der Höhe der Buckyblende summiert. Die Umrechnung kann auch mit Hilfe des Gittermaßstabes erfolgen, wie schon oben ausgeführt wurde. Bei einer solchen Aufnahme wird nun der Beckeneingang folgendermaßen abgebildet: Zunächst liegen die knöchernen Begrenzungen des Beckeneingangs nicht in einer Ebene. Sellheim spricht vom Beckeneingangsraum, einem zylinderartigen Gebilde mit an einzelnen Stellen durchbrochenen Wänden. Bei Aufnahmen nun, die senkrecht zur Achse gemacht werden, projizieren sich die in den verschiedenen Ebenen liegenden Begrenzungspunkte des Hohlraumes in eine einzige Ebene und auf dem Röntgenbild erhält man genau die „lichte Weite" des Beckenraumes, eine Größe, die geburtsmechanisch von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Daraus ergibt sich der grundlegende Unterschied zwischen der Sitzaufnahme und der Profilaufnahme. Erstere stellt das Bild eines Grundrisses dar, letztere das eines Aufrisses.

Bei beiden Aufnahmen hängt nach Martius die Meßgenauigkeit nur von der Güte der Röntgenfilme ab. Die röntgenphotographischen Schwierigkeiten sind bei beiden Verfahren ziemlich gleich: bei der Profilaufnahme ist die ganze Hüftbreite zu durchschlagen, bei der Sitzaufnahme der gravide Uterus.

In einem anderen Punkt noch unterscheiden sich beide Methoden. Bei der Sitzaufnahme ist oft die Identifizierung des Promontoriums mit gewissen Schwierigkeiten verbunden, während der Meßpunkt an

der Schamfuge stets deutlich zu erkennen ist. Bei der Eymer-Guthmann'schen Aufnahme ist dagegen stets das Promontorium sehr deutlich und die Schamfuge oft schwierig aufzufinden.

Auch der knorpelige Symphysenbuckel kann bei der Messung Berücksichtigung finden, der beim rachitisch platten Becken das Maß der vera um ½ cm und darüber verkürzen kann.

Eine wichtige Frage ist der Grad der Genauigkeit, mit dem sich die Längsachse des Beckeneingangsringes senkrecht zur Filmebene einstellen läßt. Dazu schlägt Martius 1928 vor: nach äußerer Abtastung des Beckens Lagerung der Frau derart, daß die conjugata externa filmparallel eingestellt ist. Dabei liegt aber eine gewisse Schwierigkeit darin, daß damit noch nicht die conjugata vera filmparallel ist, da zwischen externa und vera ein gewisser Winkel besteht. Martius hat den aus diesem Winkel resultierenden Meßfehler wie folgt berechnet:

Für eine vera von 10 cm ist bei einem Winkel der vera von
2° gegen die Plattebene des Meßresultat 9,99 statt 10 cm.
10° gegen die Plattebene das Meßresultat 9,85 statt 10 cm.
20° gegen die Plattebene das Meßresultat 9,4 statt 10 cm.

Größere Fehler sind nach Martius sicher zu vermeiden.

Um die zentrale Projektion und die damit verbundenen Schwierigkeiten geringer zu gestalten, wandte Martius eine einfache Drehblende an.

Ferner erhöhte Martius aus dem gleichen Grund den Fokusfilmabstand in Anlehnung an Heinemann auf 1, ja auf 2 m. Dabei kann der Strahlengang annähernd parallel angesehen werden und der Umrechnungsfehler wird noch kleiner. In gleicher Weise hatte auch Eymer schon 1913 auf die Bedeutung eines höheren Fokusfilmabstandes (mindestens 1,5 cm) hingewiesen.

Beide Methoden, die nach Albert-Martius und die nach Eymer-Guthmann lassen sich in ihrem praktischen Wert für die Geburtshilfe folgendermaßen gegenüberstellen (Martius).

1. Die Profilaufnahme gibt Aufschluß über vera, Form der Kreuzbeinhöhlen, Stellung des Steißbeines und Neigung der Schamfuge. Ferner läßt sie Feststellungen machen über Haltung und Einstellung des kindlichen Kopfes während der Geburt, sowie über die Konfiguration, wie Guthmann gezeigt hat.

Was die Größe des kindlichen Kopfes anbelangt, so gibt die Profilaufnahme bei plattem Becken besonders dann Aufschluß über das Mißverhältnis zwischen Kopf und Becken, wenn schon eine bestimmte Geburtsarbeit geleistet ist. Dann läßt sich bei dieser Art der Aufnahmen die Konfigurabilität des Kopfes und an dessen Einstellung und Haltung die Größe des Mißverhältnisses zwischen vera und querem Durchmesser des kindlichen Kopfes mit gewisser Sicherheit feststellen.

Die Kopfaufnahmen zum Zweck der Messung desselben nützen jedoch nichts, bevor der relativ zu große Kopf in feste Beziehung

zum Beckeneingang getreten ist, da man nicht weiß, welche Stelle des Kopfovoids sich in die vera einstellen wird, was ja von der Möglichkeit für den Kopf abhängt, in die Teile der seitlichen Eingangslichtung abzuweichen.

Martius stellte fest, daß uns die Profilaufnahmen nicht von vorneherein in die Lage versetzen, einfach zwei Maße in Beziehung zu setzen, das des Kopfquerdurchmessers und das der vera, um darnach unser Vorgehen einzurichten.

Solange der Kopf nicht fest im Beckeneingang steht, hängt die Entscheidung der sectio nur von der Größe der vera ab, wie man sie auch vorher auf Grund der direkten inneren Beckenmessung gewann.

Bis dahin stellte die vera das einzige exakt faßbare Maß des Beckeneingangs dar.

2. Die Sitzaufnahme nun bezweckt, uns von dem bloßen Maß der vera unabhängig zu machen bei der Geburtsleitung des engen Beckens. Das geschieht dadurch, daß man Form und Größe des gesamten im Beckeneingang zur Verfügung stehenden lichten Flächenraumes heranzieht, der ja im Grundriß auf der Sitzaufnahme dargestellt ist. Das Maß der vera steht für die Geburtsleistung, besonders beim platten Becken, zwar im Vordergrund, ist aber nicht allein maßgebend.

Durch die Sitzaufnahme läßt sich leicht eine Unterscheidung treffen zwischen dem platten und dem allgemein verengten Becken. Ferner lassen sich die seltenen schräg und quer verengten Becken unterscheiden. Auch das im Ausgang quer verengte Trichterbecken stellt sich deutlich dar.

Durch welche Einstellung und Haltung der Kopf die Ausweichmöglichkeit im Lauf der Geburtsmöglichkeit ausnützt, zeigt hingegen wieder die Profilaufnahme besser.

Also ergänzen sich, wie Martius, Danelius (12) u. a. feststellten, beide Methoden, die Profilaufnahme und die Sitzaufnahme. Durch Kombination beider Aufnahmemethoden erhält man eine dreidimensionale Darstellung von Größe und Form des knöchernen Beckens nach Aufriß und Grundriß.

Martius sieht den praktischen Wert der röntgenologischen Beckenmessung besonders darin, daß sie ermöglicht, zu Geburtsstörungen führende Anomalien möglichst frühzeitig zu erkennen. Dagegen ist die Röntgenuntersuchung nur eine Ergänzung der inneren Untersuchung, wenn Schwierigkeiten schon aufgetreten sind.

Guthmann (31) stellte zum Vergleich der Profilmethode mit der von Martius folgende Gesichtspunkte in den Vordergrund. Er warf die Frage auf, welche Projektion von den drei aufeinander senkrecht stehenden Ebenen man am ehesten bei der räumlichen Erfassung eines körperlichen Gebildes entbehren kann. Das hängt ab von:

1. ob man eine schon im Gang befindliche Bewegung bezw. einen noch zu gehenden Weg oder ein Zustandsbild darstellen will.

2. von welchem Teil des Beckens man ein Bild haben will.

Gegen die Anschauung, daß man zur Erreichung eines möglichst genauen Bildes des Beckeneingangs am einfachsten sich eine möglichst genaue Projektion auf die Platte verschafft, erhebt Guthmann folgende Einwände:

Zunächst ist man angeblich Täuschungen unterworfen, da nach Guthmanns Untersuchungen die Lage des Promontoriums nur in 15% der Fälle im Beckeneingangsraum liegt. Eine weitere Schwierigkeit sieht Guthmann in der schweren Bestimmung der für die vera-Messung wichtigen Punkte. Ferner hält er die Erfassung der Größe des Geburtsobjektes für unmöglich, die Erkennung von Einstellung und Haltung für schwer.

Die Auswertung des im Eingang zur Verfügung stehenden Flächenraumes nach Chassel (9) ermöglicht nach Martius die Vermehrung der Fälle, die eine primäre Indikation für sectio sind.

Beim allgemein verengten runden Becken bis zum annähernd runden Becken tritt das Maß der vera, auf das man sonst allgemein angewiesen war, zurück gegenüber der lichten Fläche des Beckeneingangs.

In allen Fällen von allgemein verengtem Becken und ausgetragenem Kind besteht eine Indikation zur primären sectio, wenn der Flächenraum 80 qcm und darunter beträgt, auch wenn die vera größer als 7,5 cm ist, was nicht selten der Fall ist.

Beim platten Becken wird aber stets das Maß der vera den Ausschlag geben für die Anwendung des primären sectio.

Diese auf dem neuen Gedanken der Flächenberechnung beruhende Modifikation der filmparallelen Aufnahme, wurde jedoch bald von anderen Autoren abgelehnt. So weist Holzbach (37) darauf hin, daß diese Methode von vornherein auf 70% aller engen Becken verzichtet, 56% der engen Becken sind plattrachitisch und deshalb nicht verwertbar, ebenso alle allgemein verengten platten, bezw. allgemein verengten rachitischen Becken gehören hierher, d. h. alle Becken mit großer Querspannung. Bei allen diesen Formen ist die Flächeninhaltsbestimmung wertlos, da große vorhandene Flächen nicht ausgenützt werden können. Für die noch übrigbleibenden 30% leistet die Konjugatenbestimmung genau so viel wie die Inhaltsberechnung. Mit Recht also betrachtet Holzbach diese Methode als keinen wesentlichen Fortschritt in Bezug auf die Prognosen- und Indikationsstellung (Tagung der Gesellschaft der Naturforscher und Ärzte 1928 in Hamburg). Zu dem gleichen Ergebnis kommen auch Bickenbach, v. Schubert und Guthmann (zit. bei Daser, Archiv. Gynäkolog. 1932/150/205).

Das ursprüngliche Eymer-Guthmann'sche Verfahren erfuhr im Laufe der Zeit verschiedene Modifikationen. Guthman berechnete die wahre Größe der vera aus der photographierten nach dem Proportionssatz oder dadurch, daß er ins Rectum eingeführte

Bleimaßstäbe mitphotographierte. Es war dann nur noch nötig abzumessen, wieviel mal die Entfernung Promontorium-Symphyse größer war als der bekannte Maßstab.

Dyroff (21) gab 1927 auf dem Gynäkologischen Kongreß eine neue Meßmethode auf Grund der Eymer-Guthmann'schen Profilaufnahme bekannt. Sie bestand darin, daß er einen stark gearbeiteten Tasterzirkel etwa entsprechend der externa an die Frau anlegte. Dieser Zirkel wird mitphotographiert. Wichtig dabei ist, daß beide Tasterbranchen in der medianen Sagittalebene liegen. Man erhält die Verzeichnungsgröße der gemessenen externa auf dem Film meßbar und durch den Vergleich beider Größen ein Verzeichnisverhältnis, in dem alle anderen Größen der fraglichen Sagittalebene verzeichnet sein müssen. Daraus ergibt sich eine auf mm genaue Berechnung der wahren Größe der conjugata vera.

Dyroff berechnete nach dieser Methode auch die wichtigsten Querdurchmesser des Kopfes, wenn sie in der medianen Sagittalebene liegen.

Der Vorteil dieser Dyroff'schen Modifikation der Eymer-Guthmann'schen Methode ist, daß weder die Kenntnis des Fokusfilmabstandes nötig ist, noch die des Verafilmabstandes. Die vera braucht nicht filmperallel eingestellt zu sein, man braucht keine Umrechnung mittels Tabellen und es erübrigen sich mehrere Aufnahmen mit komplizierter Stereomessung.

Aus dieser Aufnahmemethode haben sich besonders auch wichtige Anhaltspunkte für die Beurteilung des Mißverhältnisses zwischen Kopf und Becken ergeben. Vor dem Blasensprung kann man auch bei dieser Methode nur bei einem groben Mißverhältnis entscheiden, ob der Kopf auf natürlichem Wege durch das Becken tritt. Bei einem Mißverhältnis leichten und mittleren Grades beginnt erst nach dem Blasensprung die Einarbeitung des Kopfes in das Becken. Nach dem Blasensprung läßt sich die Unmöglichkeit des Eintritts daran erkennen, daß trotz weitgehender Konfiguration die Schädelkapsel noch zu weit übersteht.

Im Jahre 1929 hat Guthmann (32) ein neues Verfahren veröffentlicht, wodurch man den Fokusplattenabstand nicht mehr zu kennen braucht. Auf dem Bild wird an der Schattengröße, die der auf die Körperoberfläche aufgesetzte Tubus verursacht, die vera berechnet.

Schuhmacher (58) machte im Gegensatz zu Guthmann die Aufnahmen an der stehenden oder auf dem Rücken liegenden Frau.

v. Schubert (57) arbeitete 1928 eine Methode aus, bei der die Frau ebenfalls auf dem Rücken liegt und in Beckenhöhe durch eine besondere Vorrichtung seitlich komprimiert wird. Als Vorteile dieser Methode gibt v. Schubert an: Verkürzung des Weges der Röntgenstrahlen und dadurch Verringerung der Sekundärstrahlung, zuverlässige Fixation der Frau, so daß Aufnahmen auch während der Wehen und in Narkose möglich sind, geringe Belastung der Haut infolge des vergrößerten Fokushautabstandes. Das Kompressorium

dient ferner der automatischen Messung des Fokus-Symphysenabstandes, da eine bestimmte Stellung der stark komprimierten seitlichen Körperwand einer bestimmten Stellung der Sagittalebene entspricht.

Die Meßresultate mit den beiden letzten Methoden sind praktisch hinreichend genau. Schäfer (56) empfiehlt eine Kombination beider Methoden.

Eine einfache Methode ohne Umrechnungen und Abstandsmessungen zur röntgenographischen Messung der Conjugata vera veröffentlichte 1930 Granzow (29). Als Nachteil der Eymer-Guthmann'schen Aufnahmetechnik empfindet er die Tatsache, daß der Symphysenplattenabstand nicht immer genau zu bestimmen ist. Nach seiner Ansicht ist eine röntgenologische Beckenmeßmethode erst dann brauchbar, wenn dazu keine teuren Spezialapparate benötigt werden, die Frau nicht mehr belästigt wird als auch sonst bei diagnostischen Aufnahmen und das umständliche Umrechnen wegfällt. Das Maß der vera muß sich aus der Betrachtung der Platte ergeben.

Das Prinzip der Granzow'schen Methode ist folgendes: Eine Profilaufnahme nach Eymer-Guthmann unter gleichzeitiger Abbildung eines kontrastgebenden Maßstabes auf der Platte, welcher ohne Umrechnung auf die im Röntgenbild greifbare vera angewandt werden kann und deren objektives Maß in cm angibt.

Die Voraussetzungen dazu sind:

1. vera und Maßstab müssen in derselben plattenparallelen Ebene sein.
2. Das zur Messung der vera verwendete Stück des Maßstabes muß zum Zentralstrahl der Röhre dieselbe Lage in der Objektebene einnehmen wie die vera des betreffenden Beckens selbst.

Daraus ergibt sich eine gleiche Vergrößerung von vera und Maßstab infolge der zentralen Projektion.

Wichtig ist, daß durch diese Methodik erreicht wird, daß Fokusplattenabstand und die Entfernung des Objektes von der Platte gleichgültig sind.

Der Maßstab wird zu diesem Zweck zwischen die Beine der Frau in Scham- und Afterspalte eingeklemmt, liegt also im geraden Durchmesser des Beckenausganges. Er stößt vorne an die Unterkante der Symphyse, hinten an die Steißbeinspitze.

Die andere Aufgabe ist die richtige Wahl des Visierpunktes für den Zentralstrahl. Er soll von der vera und vom geraden Durchmesser des Beckenausganges (d. h. von dem eingelegten Maßstab) gleichweit entfernt sein und außerdem gleiche Entfernung von den Endpunkten dieser beiden Geraden haben. Dieser Punkt entspricht an der Lebenden einem Punkt, der an der hinteren oberen Circumferenz der Hüftengelenkpfanne liegt. Da diese nicht palpabel ist, empfiehlt Granzow die Zentrierung auf einen Punkt dicht oberhalb des hinteren Trochanterknorrens bei gestreckten Oberschenkeln. Mathematische Genauigkeit ist hierzu nach Granzow nicht erforderlich.

Zur praktischen Ausführung verwandte Granzow ein biegsames Maßband bezw. einen geraden starren Maßstab. Das biegsame Maßband bestand aus dünnem, biegsamen, vernickelten Kupferdraht, ist billig, bequem, sauber und für die Patientin nicht lästig.

Ein Nachteil dieses biegsamen Maßbandes liegt darin, daß es bei einem auch nur etwas vorgewölbtem Damm in kranial leicht konkavem Bogen verläuft.

Dieser Mißstand läßt sich dadurch ausgleichen, daß man in praxi das Mittel der Entfernung von Anfang, Mitte und Ende des Meßbandes bestimmt, da infolge des geringen Krümmungsgrades die Entfernung zwischen zwei Punkten des Maßstabes als Gerade betrachtet werden kann.

Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß die zur Graduierung auf den Maßstab aufgesetzten Metallkügelchen durch die zentrale Projektion an den Enden stärker als in der Mitte vergrößert werden. Infolge der dadurch erschwerten Abtastung mit dem Zirkel ergibt sich ebenfalls eine gewisse Inkorrektheit und Unsicherheit.

Weiterhin erscheinen wie bei allen Profilaufnahmen die Endpunkte der vera als mehr oder weniger breite Bänder. Trotzdem bleibt jedoch die Fehlergrenze unter 0,5 cm. Das Verfahren ist also sicher ebenso brauchbar wie die Anwendung des Instrumentes von Gauß und Bilicky.

Der geradlinige starre Maßstab hat gegenüber dem biegsamen Maßband den Vorteil, daß man die Medianlinie des Beckens rasch und sicher dadurch plattenparallel erhält, daß man das Lineal genau horizontal einstellt.

Nach einer von Granzow beigegebenen Tabelle ist die Meßfehlergrenze max. + 4 und — 3 mm, durchschnittlich also 1,25 mm.

Eine Abweichung des Zentralstrahls nach verschiedenen Richtungen um 10 cm beeinflußt das Resultat ebenfalls nur durchschnittlich um 0,4 mm.

Die Granzow'sche Methode ist also keine Spezialmethode mehr, benötigt keine Abstandsmessung vor der Aufnahme, keine Umrechnung nach der Aufnahme.

An Einfachheit werden die Eymer-Guthmann'sche Methode und die von Albert-Martius übertroffen, eine größere Genauigkeit war nicht nötig und von Granzow nicht beabsichtigt.

Auch die Albert-Martius'sche Sitzaufnahme erfuhr vielfache Modifikationen, die teilweise Vereinfachungen oder Verbesserungen brachten. So ging Bickenbach (6) von der Tatsache aus, daß die plattenparallele Einstellung der vera stets ungenau und rein gefühlsmäßig ist und zwischen externa und vera ein Winkel besteht. Zur Beseitigung des 1. Fehlers empfahl Bickenbach seine Schlauchwage.

Zwei mit einem Schlauch verbundene graduierte Glasröhrchen, mit Wasser gefüllt, brachte er an einem gewöhnlichen Beckenzirkel an, dessen Arme in gewöhnlicher Weise aufgedrückt werden. Bei

Lagerung der Frau müssen nun die Menisken in gleicher Höhe stehen. Dann ist eine einwandfreie horizontale Einstellung der Verbindungslinie der Spitzen zur Platte erreicht.

Die zweite für die frontale Beckenmessung sehr wichtige Fehlerquelle, der Winkel zwischen vera und externa, verliert bei Zentrierung der Röhre über der Symphyse statt über der Beckenachse (Bickenbach).

Nach Bickenbach's Untersuchungen besteht innerhalb eines Winkelbereiches von minus 13 Grad bis plus 30 Grad Senkung bezw. Hebung des Promontoriums, also insgesamt ca. 45 Grad eine Fehlermöglichkeit von maximal 5 mm, wenn man über der Symphyse zentriert.

Bei Zentrierung über der Beckenachse ergibt sich dagegen nur ein noch brauchbarer Winkelbereich von ca. 25 Grad.

Da der Winkel zwischen externa und vera auch bei pathologisch verändertem Becken nicht größer als 25—26 Grad ist, kommt Bickenbach zu dem Ergebnis, daß es genügt, die externa mittels seiner Schlauchwage plattenparallel einzustellen.

Schäfer und Witte (56) kombinierten 1929 zur Erfassung der vera die Sitzaufnahme mit der Seitenaufnahme, um auf diese Weise die Ungenauigkeit der Sitzaufnahme infolge der Verkippung der vera gegen die Plattenebene zu kompensieren. Die Größe des Kippungswinkels sollte eben durch die Seitenaufnahme festgestellt werden. Aus dem sich ergebenden Kippwinkel läßt sich der Fehler ohne weiteres errechnen. Da die Berechnung nach der mathematischen Formel zu umständlich wäre, wurde von Witte eine Netztafel entworfen, an der man leicht mit mm-genauer Sicherheit die Länge mit Hilfe eines Stechzirkels abmessen kann. Diese Methode hat außer der genauen Veramessung den Vorteil, daß sie Aufschluß über die räumlichen Beckenverhältnisse gibt, da man den Grundriß sowie die Aufriß des Beckens zur Verfügung hat. Die günstigste Einstellung ist nach Schäfer durch Parallelstellung der Ebene 4. Lendenwirbel-Symphyse zur Plattenebene. In diesem Falle steht nach Schäfer die vera am ehesten plattenparallel. Zur Verbesserung empfiehlt Schäfer außerdem noch einen möglichst hohen Plattenabstand (110 cm) und wie Bickenbach Zentrierung auf den inneren Symphysenrand. Bei einer vera-Länge von 10 cm ergibt sich eine Fehlergrenze von max. $\pm$ 3,5 cm.

Bei der Kombination der Sitz- mit der Seitenaufnahme wird vor der Buckyblende horizontal ein Draht ausgespannt, der dann in der Aufnahme die Abweichung von der Ebene 4. Lendenwirbel-Symphyse anzeigt.

Ebenfalls eine Kombination von Profil- und Sitzaufnahme wendet Schuhmacher (59) zur röntgenologischen Größenbestimmung des vorangehenden kindlichen Kopfes beim engen Becken an. Die Aufnahmen werden möglichst rasch hintereinander in den Wehenpausen gemacht, um eine Verschiebung des Kopfes, besonders wenn

er noch nicht feststeht, zu vermeiden. Durch diese Methode läßt sich eine auf dem Profilbild nicht erkennbare Verschiebung des Biparietalen einwandfrei berechnen. Übertragen auf das Profilbild ist der wahre Wert der größten Kopfbreite einfach zu berechnen und praktisch fehlerfrei.

Weittragend wird auch in Zukunft der Ausbau der Röntgenstereoskopie sein. Mit ihren großen Möglichkeiten wurde sie ja schon im Beginn der röntgenologischen Forschung erfaßt und seit 1929 wieder weiter ausgebaut. 1929 stellte Dyroff (19) Leistung und Wert der stereoskopischen Beckenmessung fest. Bis dahin sind mit dem lange geübten Verfahren der stereoskopischen Frontalmessung des Beckens vom Geübten brauchbare Resultate erzielt worden (Dyroff).

Bei der Frage nach Meßbarkeit des räumlichen Mißverhältnisses zwischen Kopf und Becken hat nach Dyroff die einfache Seitenaufnahme zweifellos große Fortschritte gebracht, besonders hinsichtlich genauester Veramessung. Zur Bestimmung des reinen Mißverhältnisses zwischen Kopf und Becken mußte aber die einfache, nichtstereoskopische Seitenaufnahme versagen, besonders hinsichtlich der Kopfmaße, da die geburtshilflichen wichtigsten Kopfquermaße nur meßbar werden, wenn der Kopf median in oder über dem Becken steht. Dieser Nachweis der Zentrierung des kindlichen Kopfes läßt sich aber nicht sicher führen, zumal sie durch Seitenlage geändert wird und Abweichungen bei beweglichem Kopf häufig vorkommen.

Zur Ausschaltung dieses Kopffehlers bei nicht zentriertem Kopf wandte nun Dyroff die stereoskopische Seitenaufnahme an. Dabei ist er unabhängig von der Einstellung des kindlichen Kopfes und gewinnt einen vorzüglichen Raumeindruck zwischen Kopfgröße und Beckenraum, wie ihn die stereoskopischen Frontalaufnahmen angeblich nicht bieten können. Jedoch gewinnt auch besonders Drüner (18) eine sichere Beurteilung der Beckenform und ihres Verhältnisses zum kindlichen Kopf bei der stereoskopischen Aufnahme in Albert-Stellung und kann sie wie Dyroff durch Maße belegen. Ähnlich ist es bei Schwarz (62) und Archangelski. Schäfer (56) dagegen bestreitet die Möglichkeit der exakten Messung des kindlichen Kopfes mittels der Stereoskopie.

Nach Wahl (66) ist ein zuverlässiges Urteil über die Kopfgröße nahezu unmöglich und zwar deshalb, weil selbst bei einer mathematischen Kugel nur die Basis eines Kugelsegmentes zur Darstellung kommt, aus der sich die Kugelgröße nur errechnen läßt, wenn deren Abstand von Platte oder Fokus bekannt ist. Diese Voraussetzungen sind aber beim kindlichen Kopf nicht gegeben.

Wie schon früher Heinemann u. Eymer, suchte Wahl die durch die Verprojizierung verursachten Fehler durch ein dem parallelen Strahlengang möglichst nahekommendes Strahlenbündel zu schaffen. Er empfiehlt unter Benützung des nahezu parallelen Strahlenbündels die Kombination der Profil- und Sitzaufnahme, wobei das Becken nach seiner Angabe windschief gestellt wird.

Wahl erhält mit dieser Technik sowohl das Maß der Vera als das Bild des Kreuzbeins. Ferner lassen sich Längs- und Querdurchmesser feststellen. Zur Erlangung eines praktisch parallelen Strahlenganges wählte Wahl eine Fokusplattendistanz von 6 m. Da zu diesem Zweck gewöhnliche Diagnostikröhren zu schwach sind, empfiehlt Wahl die Verwendung von Therapieröhren. Mit seiner Methode erhält Wahl der natürlichen Größe des Kopfes und Beckens entsprechende Bilder, was auch Albert als Fortschritt anerkannte.

Dagegen gibt die Röntgenfernaufnahme die Einstellung des Kopfes nur in grober Form. Feinheiten, wie sie die digitale Untersuchung gewährt, lassen sich durch Wahls Methode nicht feststellen, worauf Albert hingewiesen hat.

1935 stellte v. Engelmeyer (22) das orthodiagraphische Prinzip in den Dienst der röntgenologischen Beckenmessung. Das Wesen seiner Methode besteht darin, daß er mittels trochoskopischer Durchleuchtung des Beckens die Endpunkte des queren Durchmessers des Beckeneingangs orthodiagraphisch festlegte. Er wandte dabei das sonst zur Herzgrößenbestimmung verwendete orthodiagraphische Prinzip an. Die ermittelten Punkte werden mit Metallkreuzen auf der Haut der Frau angezeichnet. Der quere Durchmesser des Beckeneinganges genießt insofern eine Vorzugsstellung, als er sowohl bei Rückenlage als bei Albert'scher Lagerung gemäß den Gesetzen der zentralen Projektion bei Röntgenaufnahmen nur vergrößert, nicht verzerrt auftritt.

Die auf die Endpunkte dieses Durchmessers aufgesetzten Metallkreuze ergeben somit die wahre Größe des queren Durchmessers (orthodiagraphisch) und zwar unabhängig vom Ort des Fokus und der Fokusplattendistanz. Die Aufnahmen werden von unten her auf einen auf dem Bauch der Patientin gelegten Film gemacht.

Aus der Aufnahme ergeben sich nun entsprechend der Lage der beiden Metallkreuze — die wahre Größe des queren Durchmessers und sämtlicher anderen, den Gesetzen der zentralen Projektion gemäß vergrößerten Durchmesser.

Somit besitzen wir nach dem Engelmeyer'schen Verfahren als bekannte Größen also die wahre Größe des queren Durchmessers und das Maß des vergrößerten queren Durchmessers. Diese beiden Größen verhalten sich nun wie die mit x zu bezeichnende wahre Größe der vera zur ebenfalls bekannten Größe der im Bild vergrößerten vera.

Es sind somit sämtliche Durchmesser des Beckeneinganges aus einer einzigen Aufnahme zu berechnen. Für die Größe x der vera gilt bei der Aufnahme in Albert'scher Position, wo die Ebene des Beckeneingangs in der Horizontalen liegt und somit ihre sämtlichen Durchmesser nicht verzerrt, sondern nur gemäß der zentralen Projektion vergrößert erscheinen:

$$x = \frac{ab \cdot CD}{AB}$$

(Dabei ist: ab die orthodiagraphische festgestellte Größe des queren Durchmessers des Beckeneingangs, AB dagegen vergrößerte Länge im Röntgenbild, CD das Maß der vergrößerten vera.)

Zur Kontrolle des Vorgehens und um Trochoskop auszuschalten, hat v. Engelmeyer die Eymer-Guthmann'sche Methode insofern modifiziert, als er sie an Stelle von Berechnungen und Messungen des Fokusplattenabstandes und der Symphysenhöhe auf einfache Proportionsgleichungen zurückführte.

Er befestigte in der Sagittalebene des Körpers, in der ja sämtliche geraden Durchmesser liegen, und zwar in der Mittellinie des Bauches vor der Symphyse und in der Mittellinie des Rückens auf der Region des 4.—5. Lendenwirbels mit Leukoplast je ein Schrotkörnchen. Mit dem Beckenzirkel stellte er deren Entfernung fest. Die Röhre wird auf das hintere Körnchen zentriert, dann erfolgt die Exposition unter Vorschaltung der Buckyblende.

Die mit dem Zirkel ermittelte Entfernung der Körnchen SE verhält sich zu deren Entfernung im Röntgenbild (ab), wie die wahre vera (x) zur Conjugatenstrecke PS des Röntgenbildes:

$$SE : ab = x : PS$$

Über eine Brauchbarkeit der Methode zur Messung des kindlichen Schädels hat v. Engelmeyer noch keine Versuche angestellt.

In neuester Zeit bestimmte Cizek (11) (1935) aus seitlicher Aufnahme die vera mit einer einfachen Methode, die als Hilfsmittel das „Nomogramm" benützt.

Was die Schädigungsgefahr für Mutter und Kind durch die röntgenologische Beckenmeßaufnahme anbelangt, so stellte Martius (45) 1928 fest, daß eine gewisse Gefahr für das kindliche Gewebe und besonders für die kindlichen Keimdrüsen unter Umständen schon bestehen kann. Aus diesem Grunde rät er von jeder serienmäßigen Ausführung von Röntgenaufnahmen in der Schwangerschaft ab, desgleichen von Aufnahmen in den ersten Monaten der Schwangerschaft, wo das fötale Gewebe noch am empfindlichsten ist. Bei Schädellagen sind Profilaufnahmen am günstigsten, da sich bei diesen die kindlichen Keimdrüsen außerhalb des Strahlenganges befinden.

Bezüglich der Hautbelastung bei der Frau sind Sitzaufnahmen günstiger als Profilaufnahmen. Martius führt eine Tabelle nach Küstner an:

Sitzaufnahme:	Profilaufnahme:
110 Kv max.	110 Kv max.
40 m A	100 m A
0,2 CU	0,2 CU
60 cm FH	32 cm FH
20 sek.	20 sek.
8,9 R	47 R

Die Tabelle ergibt sich, wenn man annimmt, daß die Hautoberfläche bei Profilaufnahmen mit 70 cm Fokusfilmabstand 32 cm und bei Sitzaufnahmen mit 100 cm Fokusfilmabstand beim graviden Uterus 60 cm vom Fokus entfernt ist.

Da nach Küstner (Über die in der Diagnostik verabfolgten Dosen in R-Einheiten. Fortschr. Röntgenstr. Bd. 38 Heft 2) 100 R die obere Belastungsgrenze der Haut darstellt, gestatten Profilaufnahmen somit nur eine Wiederholung (Martius).

Nach Guthmann ist die Hautbelastung bei Anwendung hoher Spannungen und bei Filterung mit Schwermetallen sehr gering und beträgt für die Aufnahmen 1/7 — 1/9 der HED. Belastet man die Haut mit der vollen HED, so beträgt die Dosis in der Körpermitte etwa 4%.

Schäfer (56) berechnet (1931) nach der Göttinger Univ.-Frauenklinik folgende Werte: (nach Tab. von Küstner)

Sitzaufnahmen: bei einem Fokusplattenabstand von 110 cm und somit Fokushautabstand von 70 cm, 110 Kv. max, 40 m A, 1 mm Alum. 15 sek., ergibt sich 11,4 R.

Profilaufnahmen: bei einem Fokusplattenabstand von 70 cm und somit Fokushautabstand von 32 cm und den übrigen gleichen Bedingungen ergibt sich 61 R.

Man kann also ohne Schaden einige Aufnahmen machen. Vor Serienaufnahmen ist zu warnen, besonders bei Profilaufnahmen. Die Röntgenwirkung auf mütterliche und kindliche Keimdrüsen ist doch zu groß.

Reichenmiller (52) empfiehlt zur Vermeidung irgendwelcher Schäden ebenfalls eine möglichst niedrige Dosierung. Seine Bedingungen sind: 92 kv eff., 30 m A, Belichtungszeit 2—4 sec. Fokushautabstand 40 cm. Daraus ergibt sich ein mit der Breite der Frau wechselnder Fokusfilmabstand von 75 — 85 cm. Dementsprechend ändert sich die Belichtungszeit. Nach Küstner berechnet sich unter diesen Bedingungen die Hautbelastung bei 2 sec. auf 6,42 RE, bei 4 sec. auf 12,84 RE. (Gültig für Seitenaufnahmen).

Auf die Ungefährlichkeit der Aufnahmemethodik verweist noch besonders v. Engelmeyer (22) bei seinem orthodiagraphischen Verfahren hin.

Zusammenfassend läßt sich über den heutigen Stand der röntgenologischen Beckenmessung feststellen, daß es eine Anzahl von Methoden gibt, die die Durchmesser des Beckeneingangs, besonders das Maß der vera mit hinreichender praktischer Genauigkeit bestimmen. Bei Beurteilung der Vielzahl der Methoden ist es wichtig, zu erkennen, daß nicht jede der verschiedenen Methoden in allen Fällen gleich gut Aufschluß gibt. Jede Methode hat ihren fest umrissenen Indikationsbereich und beantwortet bestimmt präzisierte Fragen (Dameliius).

Die Aufnahmemethodik nach Eymer-Guthmann und v. Schubert in Seitenlage, Rückenlage und im Stehen gestattet als Sagittalschnitt durch den knöchernen Geburtskanal vor allem eine genaue Beurteilung der Führungslinie, des Promontoriums, der Kreuzbeinhöhle und des Steißbeins. Schlechter beurteilen läßt sich die Symphyse, jedoch sind Innenfläche und Neigungswinkel (Trichter-

becken) ausgezeichnet ablesbar. Genaue Auskunft gibt die Profilaufnahme ferner darüber, wie weit der vorliegende Teil ins Becken eingetreten ist. Bei Serienaufnahmen läßt sich der kleinste Fortschritt im Geburtsverlauf erfassen. Wichtig ist vor allem, daß sich bei einer Schädellage der Grad der Konfiguration, nicht jedoch der noch möglichen Konfigurabilität feststellen läßt. Die Vergrößerung läßt sich nach verschiedener Art errechnen, wie oben beschrieben.

Die Sitzaufnahme nach Albert-Martius, der der Wunsch zu Grunde liegt, den Beckeneingangsraum in seinen wahren Proportionen zu erhalten, gibt vor allem Aufschluß über Form und Größe des im Beckeneingang zur Verfügung stehenden lichten Flächenraumes. Dadurch ist das Maß der vera zwar noch im Vordergrund, aber nicht mehr allein maßgebend. Ferner stellen noch eine besondere Indikation für diese Art der Aufnahme assymetrische und querverengte Becken dar.

Ganz hohen praktischen Wert hat die stereoskopische Beckenmessung, die gestattet, Fälle mit absolutem Mißverhältnis von vorneherein, solche mit relativem Mißverhältnis nach unzulänglicher Konfiguration noch rechtzeitig auszuscheiden und der sectio zuzuführen (Drüner). Ein Nachteil der stereoskopischen Methoden ist, daß sie teuer, umständlich und schwierig sind (Gauß) (27).

Fest steht, daß man sich mittels der röntgenologischen Beckenmessung ein genaues Bild des Beckens machen und dieses praktisch hinreichend genau ausmessen kann. Damit ist jedoch noch kein Abschluß der röntgenologischen Beckenmeßmethoden gegeben, sondern erst dann, wenn man in jedem Fall Kopf und Becken messen kann, was ja gerade für den Einzelfall wichtig ist. Schuhmacher, Drüner, Dyroff, auch Archangelski und Schwarz bringen diese Messungen nach ihren Angaben zuwege, wenigstens in vielen Fällen. Schäfer und Wahl bestreiten diese Möglichkeit. Wenn die Messung von Kopf und Becken absolut und in ihrem gegenseitigen Verhältnis in allen Fällen möglich ist, ist die Methode vollkommen. Bis dahin bildet sie ein wertvolles Hilfsmittel der klinischen Untersuchung. Interessant ist, daß gerade Albert, der als erster eine brauchbare Methode der röntgenologischen Beckenmessung angab, feststellt, daß eine Röntgenaufnahme keinen Aufschluß geben kann über Kraft der Wehen, Straffheit der Weichteile des Geburtsweges und Konfigurabilität (nicht Konfiguration!) des kindlichen Kopfes, wovon die Geburt außerordentlich abhängig ist.

Aus diesen Gründen dürften komplizierte und kostspielige Methoden doch nur eine praktisch verhältnismäßig geringe Ausbeute ergeben.

In den Fällen, wo eine klinische Diagnosenstellung hinsichtlich des Größenverhältnisses von Kopf und Becken versagt, z. B. bei fettreichen und straffen Bauchdecken, Hydramnion, Quer- oder Steißlage u. ä., geben die einfacheren Meßmethoden (Eymer-Guth-

mann, Albert-Martius, ihre Modifikationen oder Kombination) praktisch genügende Resultate. Selbst diese einfachen Methoden bleiben jedoch der Klinik vorbehalten. Eine Schädigung von Mutter oder Kind durch Röntgenstrahlen ist, — wie oben ausgeführt — nicht zu befürchten, wenn man eine Höchstdosis von insgesamt 3 γ an den Keimdrüsen nicht überschreitet, was mit den heutigen Mitteln von Apparat und Röhren und durch Vermeidung von Wiederholungen der Röntgenaufnahmen zu erreichen ist.

An dieser Stelle danke ich Herrn Professor Dr. Voltz † für die Überlassung der Arbeit und seine Unterstützung bei der Anfertigung derselben, sowie Herrn Professor Dr. Eymer und Herrn Dr. Neef für die liebenswürdige Durchsichtnahme.

Literaturverzeichnis.

1. Albert: Bericht über die Tagung der Gynäkolog. Gesellsch. Dresden. Zbl. Gynäk. 1899, S. 418.
2. — Arch. Gynäk. Bd. 145, S. 150, 1931.
3. Alwens: zit. n. Martius, Fortschr. Rö.Str. 1914, Bd. 22, S. 161.
4. Bell: zit. n. Wahl, Arch. Gynäk. Bd. 142, S. 357.
5. Beyerlein: zit. n. Martius, Fortschr. Rö.Str., Bd. 38, Kongreß-Heft, S. 45.
6. Bickenbach: Arch. Gynäk. Bd. 136, Ref. Fortschr. Rö.Str. Bd. 40, S. 116.
7. Bouchacourt: Ref. Fortschr. Rö.Str. Bd. 3, S. 198 u. Bd. 15, S. 62.
8. Chappuis: zit. n. Weber, Fortschr. Rö.Str. Bd. 29, S. 20.
9. Chassel: Fortschr. Rö.Str. Bd. 36, S. 770.
10. Christensen: zit. n. Weber, Fortschr. Rö.Str. Bd. 29, S. 34.
11. Cizek: Rö.-Praxis, 1936, S. 306.
12. Danelius: Med. Welt 1930, S. 1435.
13. Daser: Arch. Gynäk. Bd. 150, 1932, S. 205.
14. Destot: zit. n. Weber, Fortschr. Rö.Str. Bd. 29, S. 20.
15. Donnepeau: zit. n. Wahl, Arch. Gynäk. Bd. 142, S. 337.
16. Drüner: Zbl. Gynäk. 1929, S. 1824.
17. — zit. n. Weber, Fortschr. Rö.Str. Bd. 29, S. 34.
18. — Fortschr. Rö.Str., Kongreßheft 42, S. 46.
19. Dyroff: Ref. Fortschr. Rö.Str. Kongreßheft 40, S. 46.
20. — Ref. Fortschr. Rö.Str. Kongreßheft 41, S. 328.
21. — zit. n. Schäfer, Rö.-Praxis, 1931, H. 3, S. 96.
22. v. Englmeyer: Rö.-Praxis, 1935, S. 289.
23. Eymer: Die Röntgenstrahlen in Gynäkologie und Geburtshilfe. Hamburg, Lukas Gräfe & Sillem, 1913.
24. Fabre-Fochier: Ref. Fortschr. Rö.Str. Bd. 4, S. 194.
25. Funke-Brentano: zit. n. Weber, Fortschr. Rö.Str., Bd. 29, S. 20.
26. Fürstenau-Weski: zit. n. Weber, Fortschr. Rö.Str., Bd. 29, S. 34.
27. Gauß: Fortschr. Rö.Str. Kongreßheft 40, S. 53 u. Kongreßheft 42.
28. Gillet: zit. n. Weber, Fortschr. Rö.Str. Bd. 29, S. 34.
29. Granzow: Arch. Gynäk. Bd. 141, S. 155.
30. Guthmann: Zbl. Gynäk. 1928, S. 1905.
31. — zit. n. Martius, Fortschr. Rö.Str. Bd. 38, Kongreßheft S. 45.
32. — zit. bei Schäfer, Rö.-Praxis 1931, Heft 3, S. 96.
33. Hänisch: zit. bei Weber, Fortschr. Rö.Str. Bd. 29, S. 20.
34. Hasselwander: zit. bei do.
35. Heinemann: Zeitschrift f. Geburtshilfe u. Gynäkologie, Bd. 73/92.
36. — zit. bei Martius, Fortschr. Rö.Str. Bd. 22, S. 601.
37. Holzbach: Fortschr. Rö.Str. Kongreßheft 38.
38. Jaschke: Lehrbuch der Geb.Hilfe S. 118.
39. Kehrer-Dessauer: zit. bei Martius, Fortschr. Rö.Str. Bd. 22, S. 601.
40. Lambertz: zit. bei Weber, Fortschr. Rö.Str. 29/20.
41. Mackenzie: zit. bei Weber, Fortschr. Rö.Str. Bd. 29, S. 34.
42. Manges: Ref. Fortschr. Rö.Str. Bd. 17, S. 404.
43. Marie-Cluzet: Fortschr. Rö.Str. Bd. 3, S. 168.
44. Martius: Fortschr. Rö.Str. Bd. 22, S. 601.

45. Martius: Fortschr. Rö.Str. Kongreßheft 38, S. 45.
46. — Zeitschrift f. Geburtshilfe u. Gynäkolog. Bd. 96, H. 3.
47. Müller: zit. bei Weber, Fortschr. Rö.Str. Bd. 29, S. 34.
48. Pfahler: Ref. Fortschr. Rö.Str. Bd. 12, S. 77.
49. Pinard-Várnier: Ref. Fortschr. Rö.Str., Bd. 1, S. 113.
50. Pordes: zit. bei Martius, Fortschr. Rö.Str. Bd., Kongreßheft 38.
51. Pulfrich: zit. bei Weber, Fortschr. Rö.Str. Bd. 29, S. 34.
52. Reichenmiller: Ref. Fortschr. Rö.Str. Kongreßheft 40.
53. Riddell: zit. bei Weber, Fortschr. Rö.Str. Bd. 29, S. 20.
54. Runge-Grünhagen: zit. bei Fortschr. Rö.Str. Bd. 29, S. 20.
55. Saidl: zit. bei Martius, Fortschr. Rö.Str. Kongreßheft 38.
56. Schäfer-Witte: Fortschr. Rö.Str. Bd. 40, S. 537.
57. v. Schubert: Ref. Fortschr. Rö.Str. Bd. 38, S. 760.
58. Schuhmacher: Ref. Fortschr. Rö.Str. Bd. 38, S. 761.
59. — Ref. Zbl. Gynäkol. 1929, S. 1110.
60. — Ref. Fortschr. Rö.Str. 1929, S. 157.
61. Schultze, Günther K. F.: Geburtshilfliche Röntgendiagnostik, Stuttgart (Enke) 1933.
62. Schwarz: zit. bei Schäfer Rö.-Praxis 1931/3/96.
63. Trendelenburg: zit. bei Weber, Fortschr. Rö.Str. Bd. 29, S. 34.
64. Varnier: zit. bei do.
65. Wachtel: zit. bei Weber, Fortschr. Rö.Str. Bd. 29, S. 20.
66. Wahl: Arch. Gynäkolog. Bd. 142, S. 337.
67. Weber: Fortschr. Rö.Str. Bd. 29, S. 20.
68. Wormser: Beitr. z. Geburtsh. u. Gynäkolog. 1900, S. 395.
69. Würschmidt: zit. bei Weber.

Lebenslauf.

Ich wurde am 8. Januar 1913 als Sohn des Diplom-Ingenieurs Friedr. Heumann und seiner Ehefrau Babette, geb. Gugler, zu Nürnberg geboren. Ich besuchte die Volksschule von 1919 bis 1923 und anschließend das Realgymnasium Nürnberg von 1923 bis 1932, wo ich Ostern 1932 das Zeugnis der Reife erhielt.

Vom Sommerhalbjahr 1932 ab studierte ich Medizin und zwar insgesamt 11 Semester; davon war ich in den Sommerhalbjahren 1932 und 1933 in Erlangen immatrikuliert, während der übrigen Semester in München.

Die ärztliche Vorprüfung legte ich in München im November 1934 ab, die ärztliche Prüfung ebenfalls in München im Dezember 1937.

Druck: Carl Nieft, Spezialwerkstätten für wissenschaftliche Arbeiten, Bleicherode am Harz